

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E DO IMPACTO
DO BIM NO BRASIL**

Acadêmico: Luís Felipe Cardoso Masotti

Orientadora: Patrícia de Oliveira Faria

FLORIANÓPOLIS

2014

LUIS FELIPE CARDOSO MASOTTI

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E DO IMPACTO
DO BIM NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Federal
de Santa Catarina como requisito
parcial exigido pelo curso de
Graduação em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Patrícia de Oliveira Faria

FLORIANÓPOLIS

2014

LUIS FELIPE CARDOSO MASOTTI

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E DO IMPACTO
DO BIM NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção o grau de Bacharel, no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Banca Examinadora:



Orientadora: Prof. Patrícia de Oliveira Faria

Membro: Prof. Jano Coelho D'Araújo

Membro: Arq. Sergio Gerardo Gonzalez Rodriguez

FLORIANÓPOLIS

2014

RESUMO

A indústria da construção encontra desafios e dificuldades em todo seu processo desde a concepção do projeto até a manutenção da edificação ou estrutura já concluída. Diversas iniciativas, processos, estudos e tecnologias visam corrigir os problemas pontualmente, em cada área específica. Analisamos neste trabalho uma solução que envolve todo o processo do ponto de vista gerencial, a integração de todas as equipes envolvidas desde a fase de projeto, construção, fornecedores, usuários, manutenção, etc.

BIM (*Building Information Modelling*, modelagem da informação da construção em tradução livre) é uma metodologia de processo que vem sendo utilizada em diversas partes do mundo e que está em fase de implementação tanto no setor público quanto no setor privado no Brasil.

Por meio de uma análise de implementação, de pesquisas e entrevistas com profissionais e autoridades envolvidas com o BIM e da simulação de algumas fases do processo utilizando as ferramentas específicas, visa-se apresentar a atual situação do BIM, quais os principais benefícios em potencial, o que vem sendo alcançado por quem já adotou e o qual o caminho a ser seguido a partir deste momento.

Palavras chave: construção no Brasil; BIM; Building Information Modelling; gestão da construção; construção virtual; compatibilização de projetos; custos da construção; planejamento da construção.

ABSTRACT

The construction industry have faced challenges and difficulties through its process, since the conception of the project to the maintenance of the concluded building or structure. Lots of initiatives, processes, studies and technologies aim to fix those problems punctually, in each specific field. This study analyzes a process that involves the whole process from a management point of view, integrating every team involved in the project, construction, suppliers, maintenance, etc.

BIM is a methodology of process that is being used in a variety of places around the world and is in a phase of implementation both on the public sector and in the private sector in Brazil.

Through an analysis of implementation, researches and interviews with professionals and authorities involved in this field and a simulation of some phases of this process using specific tools, the aim is present the current situation of BIM in general, which are the main potential benefits, what is being achieved by whom is utilizing it and what is the pathway to follow for now on.

Keywords: construction in Brazil; BIM; Building Information Modelling; construction management; virtual construction; project coordination; construction costs; construction scheduling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Considerações iniciais	13
1.2. Objetivo Principal	13
1.3. Específico	13
1.3.1. Análise de implementação	13
1.3.2. Pesquisa	13
1.3.3. Simulação	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. O que é BIM	15
2.1.1. Dimensões	17
2.2. O início	19
2.3. Situação atual	20
2.4. Evolução Processual	21
2.4.1. Como e por quem o projeto é representado	21
2.4.2. Tomada de decisão	22
2.4.3. Comunicação no processo construtivo	22
2.5. Métodos de concepção do projeto	24
3. METODOLOGIA	27
3.1. Análise de implementação	27
3.2. Pesquisa	27
3.3. Simulação	28
4. DESENVOLVIMENTO	31
4.1. Análise de implementação	31
4.1.1. BIM no Mundo	31
4.1.2. Congresso Internacional	34
4.1.3. Mudança de cultura	41
4.1.4. Áreas de ação	42
4.2. Pesquisa	43
4.2.1. Resultados	43

4.3.	Simulação	50
4.3.1.	Apresentação do projeto	50
4.3.2.	BIM versus CAD	52
4.3.3.	Vantagens da modelagem	60
4.3.4.	Planejamento	64
4.3.5.	Compatibilização	66
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
6.	BIBLIOGRAFIA	71
	ANEXO A – Certificado de Participação em Conferência Internacional	73
	ANEXO B – Questionário – Pesquisa Acadêmica	75
	ANEXO C – Estrutura Analítica de Projeto	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama "Nível de Implementação do BIM" utilizado no Reino Unido	32
Figura 2 - Apresentação em Portugal.....	40
Figura 3 - Potencial de Evolução.....	45
Figura 4 - Benefícios do BIM.....	46
Figura 5 - Vista de Frente.....	51
Figura 6 - Vista de Fundos	51
Figura 7 - Planta 2D original – Piso Térreo	53
Figura 8 - Transcrição da planta 2D no Revit – Piso Térreo	54
Figura 9 – Modelo da topografia.....	55
Figura 10 - Projeto Estrutural em 3D.....	56
Figura 11 - Projeto hidrossanitário	58
Figura 12 - Projeto arquitetônico	59
Figura 13 - Quantitativo das janelas	60
Figura 14 - Vista 3D com corte.....	61
Figura 15 - 3D com elementos deslocados	62
Figura 16 - Extensão OFCDesk MEP Hidráulica.....	63
Figura 17 - Paleta de colaboração do Revit	64
Figura 18 - Planejamento e Modelo 3D.....	65
Figura 19 - Simulação virtual.....	66
Figura 20 - Detector de interferências do Navisworks	67

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

A construção civil enfrenta uma série de dificuldades derivadas de um mesmo denominador comum: seu processo artesanal. A utilização de metodologias defasadas tanto no processo gerencial quanto no construtivo resultam não só em atrasos mas também em orçamentos extrapolados e baixa qualidade do produto final.

Do ponto de vista gerencial, o entendimento do BIM como nova metodologia processual na construção, sua adoção no setor privado com o incentivo do setor público e o potencial benéfico que o BIM pode trazer a toda indústria da construção serão analisados neste trabalho.

1.2. Objetivo Principal

Difundir não só o conceito mas as perspectivas e oportunidades do BIM, apresentando sumariamente como ele funciona, qual o impacto e o que foi feito no mundo para incentivar sua adoção.

1.3. Específico

1.3.1. Análise de implementação

Analisando a situação do BIM no mundo, considerando as singularidades e a situação do mercado no Brasil, o objetivo é propor um plano de ação para a aceleração do processo de implementação no Brasil, focando em três princípios: atuação governamental, investimento privado e educação.

1.3.2. Pesquisa

A pesquisa de opinião com construtoras da região e profissionais da área traz uma perspectiva local à situação, uma vez que Santa Catarina se posicionou como uma das

precursoras na divulgação e demanda de BIM no país. Tem por objetivo analisar quão familiarizadas e preparadas estão as empresas que, em um futuro próximo, não só utilizarão mas demandarão de fornecedores e parceiros a implementação da metodologia BIM.

1.3.3. Simulação

A criação de um modelo a partir de um projeto real, e sua simulação dentro de um processo BIM paralela a obra tem por objetivo trazer uma visão mais prática aos argumentos apresentados durante este trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O que é BIM

Não existe um consenso na definição de BIM. Cada autor o define de uma maneira. Segundo Ray Crotty (2012), “a modelagem BIM permite ao projetista construir o empreendimento em um mundo virtual antes deste ser construído no mundo real. Ele o cria utilizando componentes virtuais inteligentes, cada um deles sendo perfeitamente análogo a um componente real no mundo físico.”, e “a abordagem BIM compreende a comunicação, a troca de dados, padrões e protocolos necessários para todos os sistemas e equipes conversarem entre si.”

O Caderno BIM da Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina (2014) define BIM “como um processo que permite a gestão da informação, por todo o ciclo de vida da edificação”, através de modelos “digitais, tridimensionais e semanticamente ricos, que formam a espinha dorsal do processo.”

De acordo com Steve Race (2014), o “M” pode significar model (modelo) ou management (gerenciamento), trazendo uma nova perspectiva à sigla. Neste contexto, “como modelo, nos dá uma gama de possibilidades, deste estático até dinâmico, o que é aceitável quando pensamos em informação no ciclo de vida de um projeto”. Já tomando o “M” como Management, “nos dá uma perspectiva muito mais potente e abrangente do que o acrônimo tenta de fato representar. Implica em planejamento, organização, controle de recursos e informações não só do projeto mas de quem o criou de forma combinada com a finalidade de construir o empreendimento como ele foi visionado.”

Desta forma, adotamos BIM como uma nova metodologia processual na construção civil. Trataremos, portanto, BIM como uma metodologia que envolve uma série de processos, softwares e pessoas.

Caracteriza-se por um processo de trabalho que faz uso de uma série de softwares integrados com o objetivo de servir como fonte de informação fiel, completa e em tempo real, alimentada irrestritamente pelos projetistas, controlada pelos gestores e disponível

para todos envolvidos no projeto. Basicamente, busca aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da informação compartilhada no projeto assim como sua fluidez.

BIM é uma metodologia tão completa que abrange desde a concepção do projeto, seu detalhamento, a construção do empreendimento em si, sua operação, manutenção e eventual demolição. O conceito de concepção de projeto no BIM muda em relação a metodologia tradicional utilizada largamente atualmente, pois devido a necessidade de uma quantidade e qualidade maior e irrestrita de informação, tanto os proprietários, os arquitetos, os engenheiros, os gestores de projeto, as equipes de operários, as equipes subcontratadas e os fornecedores de materiais e equipamentos envolvem-se no design, na caracterização, nas definições do projeto executivo, na construtibilidade e na evolução do projeto desde o início.

Os objetivos finais do BIM são, segundo, Ray Crotty (2012), maior previsibilidade e lucratividade, pois “apesar de outros aspectos como produtividade, segurança, sustentabilidade, entre outros, serem importantes, eles são secundários. Não são fundamentais para a sobrevivência de uma empresa no ramo da construção; já previsibilidade e lucratividade são.”

Previsibilidade na capacidade de gerenciar e coordenar as distintas partes do projeto e garantir sua conclusão dentro do prazo; e lucratividade na capacidade de reduzir os custos através da diminuição dos problemas de compatibilidade, otimizar os orçamentos, a produtividade e a logística dentro da obra.

Além disso, diversos outros benefícios derivam da utilização do BIM. Já no projeto conceitual, o resultado final pode ser visualizado. Ray Crotty (2012), aponta que “o cliente pode ser apresentado com imagens realistas de como a construção proposta vai ficar. Ele pode imergir no modelo, caminhar virtualmente por ele, analisar toda e qualquer vista de fora e de dentro, visualizar a posição do sol, luzes e sombras durante qualquer hora do dia, analisar e modificar características como texturas de paredes, entre outras, em apenas um clique.”

A capacidade de simular a execução da obra virtualmente faz com que mudanças de planejamento sejam feitas com mais segurança, assim como mantêm as partes interessadas no empreendimento a par do andamento do processo.

A integração dos projetos complementares com o modelo arquitetônico e estrutural em um modelo centralizado diminui drasticamente a incidência de incompatibilidades e possibilita a visualização do projeto em funcionamento antes mesmo de sua execução. A simulação de condições ambientais, dos sistemas e equipamentos instalados na obra e de sua operação virtualmente faz com que mudanças de design e decisões chave de projeto sejam feitas em estágios iniciais, facilitando a construção e praticamente eliminando os altos custos de alteração de projeto com a obra já em andamento.

Uma série de processos trabalhosos no modelo atual (CAD) são agilizados com a utilização do BIM. A partir da concepção do modelo, plantas, detalhes, elevações e especificações podem ser extraídas em poucos cliques, sem a necessidade do redesenho. A relação de materiais pode ser extraída do modelo muito rapidamente, assim como todos os dados parametrizados durante o processo. O planejamento da construção pode (e deve) ser sincronizado com o modelo para sua visualização em tempo real. A logística de obra pode ser simulada no modelo. Além disso, por ser um modelo centralizado, qualquer alteração no modelo, nas especificações e nas bases de informação vinculadas é automaticamente atualizado em todas partes do projeto, acabando com a necessidade de retrabalho.

2.1.1. Dimensões

BIM possui diversas camadas de informação, conhecidas como dimensões. Um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D, até nD, conforme o contexto da utilização. Segundo a análise de Neil Calvert (2013), podemos classificar as 7 principais dimensões do BIM como:

- 2D Gráfico – são as dimensões do plano, onde estão representadas graficamente as plantas do empreendimento.

- 3D Modelo – adiciona a dimensão espacial ao plano, onde é possível visualizar os objetos dinamicamente. Um modelo 3D pode ser utilizado na visualização em perspectiva de um empreendimento, na pré-fabricação de peças, em simulações de iluminação. No caso do BIM, cada componente em 3D possui atributos e parametrização que os caracterizam como parte de uma construção virtual de fato, não apenas visualmente representativa.

- 4D Planejamento – adiciona a dimensão tempo ao modelo, definindo quando cada elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado. Organiza também a disposição do canteiro de obras, a manutenção e movimentação das equipes, os equipamentos utilizados e outros aspectos que estão cronologicamente relacionados.

- 5D Orçamento – adiciona a dimensão custo ao modelo, determinando quanto cada parte da obra vai custar, a alocação de recursos a cada fase do projeto e seu impacto no orçamento, o controle de metas da obra de acordo com os custos.

- 6D Sustentabilidade – adiciona a dimensão energia ao modelo, quantificando e qualificando a energia utilizada na construção, a energia a ser consumida no seu ciclo de vida e seu custo, em paralelo a 5ª dimensão. A energia, neste caso, pode estar diretamente relacionada ao impacto físico do projeto no meio em que este está inserido.

- 7D Gestão de Instalações – adiciona a dimensão de operação ao modelo, onde o usuário final pode extrair informações de como o empreendimento como um todo funciona, suas particularidades, quais os procedimentos de manutenção em caso de falhas ou defeitos.

Outras dimensões podem ser consideradas, dependendo do contexto.

- 8D Segurança - a oitava dimensão (8D) no modelo BIM diz respeito a segurança e prevenção de acidentes. Segundo Imriyas Kamardeen (2010), “Segurança e Prevenção de Acidentes em BIM consiste em três tarefas: determinar os riscos no modelo, promover sugestões de segurança para perfis de risco alto e propor controle de riscos e de segurança do trabalho na obra para os perfis de riscos incontrolláveis através do modelo.” Ou seja, o 8D adiciona a dimensão segurança ao modelo, prevendo possíveis riscos no

processo construtivo e operacional, adicionando componentes de segurança e indicativos de riscos.

2.2. O início

O BIM como vem sendo utilizado atualmente é um processo relativamente recente, com cerca de uma década conceitualmente, e com cerca de 5 anos de utilização em larga escala. Por ser tão recente, as metodologias vêm se atualizando e adaptando, o que faz com que bibliografias e softwares utilizados há poucos anos se mostrem ultrapassados.

Apesar disso, é baseado em conceitos idealizados há pelo menos duas décadas. Uma das principais ideias do BIM é a interação dos objetos de projeto em um ambiente virtual, que surgiu em 1994 com a concepção do IFC – Industry Foundation Classes. IFC é um formato padrão de arquivo que teoricamente deve ser importado e exportado por todo software BIM, para promover a multidisciplinaridade e a compatibilização entre todas as plataformas.

Este padrão é desenvolvido pela BuildingSMART, e foi recentemente atualizada para a versão IFC4 (v2x4), porém a maioria dos softwares ainda trabalha com a versão v2x3. É sabido que a transferência de informações não é plena, e que cada software tem suas limitações tanto na importação quanto na exportação. A maioria dos programas que admitem a especificação IFC apenas fornecem uma compatibilidade parcial com este formato de troca, não oferecendo muitas possibilidades de controle da informação que é transferida. Esta situação só poderá ser resolvida se houver um esforço conjunto dos desenvolvedores de software, associando-se à BuildingSMART para ultrapassarem estas barreiras, segundo Pinho (2013).

A Graphisoft lançou em 1987 o ArchiCAD, primeiro software de modelagem arquitetônica que seguia os conceitos que mais tarde se tornaram BIM. Desde então, diversas outras empresas entraram neste segmento tanto na parte de modelagem, instalações, dimensionamento, análises luminotécnicas, análises de compatibilidade, entre outras funcionalidades.

Algumas destas companhias, como a Bentley, Autodesk, Optira e Commonpoint tiveram um papel chave no movimento de adoção em larga escala da tecnologia BIM quando em 2003, em uma Conferência de Construção em Seattle, nos Estados Unidos, apresentaram à GSA (*General Services Administration* – órgão máximo de gestão de edificações públicas nos EUA) a modelagem em 3D parametrizada, a integração com o cronograma e as análises energéticas das edificações. Tal demonstração inspirou a implementação de um plano de adoção do BIM na construção pública americana e resultou na adoção em larga escala do BIM pelas empresas de projeto, construção e fornecimento de material na América do Norte, segundo Peggy Yee (2009).

2.3. Situação atual

Tanto no Brasil quanto na maior parte do mundo o modelo processual tradicional da construção ainda é predominante, porém isto está mudando. A utilização do CAD 2D (Computer Aided Design em duas dimensões) é a segunda geração na representação técnica de um projeto a ser construído. A evolução em relação a primeira geração, neste caso, é apenas gráfica, onde o computador auxilia o usuário na confecção do desenho. O resultado final, no entanto, é o mesmo: linhas “burras” no plano representando objetos, sujeitos a interpretação.

A concepção de um projeto na metodologia tradicional coloca em dois extremos a equipe de projeto e a equipe de construção. Os projetistas desenvolvem desenhos 2D e a documentação técnica, que é repassada a equipe de construção por um intermediário, seja este o proprietário ou um gestor do empreendimento, não promovendo a colaboração e a comunicação entre as equipes.

A falta de cooperação e restrita comunicação entre as equipes de projeto, execução e fornecedores resultam em problemas já considerados normais. De acordo com Resende (2013), “as principais causas dos atrasos em projetos a nível internacional estão relacionadas com alterações de ordens por parte do dono da obra e com mau planejamento e controle dos trabalhos por parte do empreiteiro.”, ou seja, as alterações

realizadas no projeto causam uma reação em cadeia que gera retrabalho aos projetistas e aos construtores.

Segundo Nascimento & Santos (2003), “a indústria da construção ainda está bastante atrasada em relação a outros setores industriais no uso das novas tecnologias de informação e comunicação. A globalização e o novo panorama mundial, bem como o atual cenário nacional, desestatizado e com escassez de financiamento, requer da construção civil urgente melhora de produtividade e competitividade. A inovação em seus produtos e processos, particularmente com a ajuda da Tecnologia da Informação (TI), pode conduzir o setor a trilhar novos rumos”.

Desta forma, é possível visualizar que uma alternativa é necessária, e que esta alternativa abrace todos as fases do empreendimento, desde a concepção, o projeto, a gestão, a comunicação, a execução e a operação. E esta alternativa é o BIM.

2.4. Evolução Processual

O grande avanço que o BIM promove pode ser entendido através da análise de três aspectos básicos de um projeto: como e por quem este projeto é representado, quem, como e quando ocorrem as tomadas de decisões, e como estas são utilizadas no processo construtivo.

2.4.1. Como e por quem o projeto é representado

Atualmente, além dos memoriais descritivos, especificações e documentação adicional, os projetos são representados em planta e detalhe por desenhos 2D feitos em AutoCAD pelos arquitetos e engenheiros projetistas. Esta representação é uma evolução sobre o desenho feito a mão utilizado até os anos 80, mas o princípio é o mesmo: linhas “burras” representando objetos em planta, elevações, cortes e detalhes, com informações definidas por anotações e legendas.

A representação no BIM é, além de multidimensional, paramétrica. Projetos são apresentados com cortes em 3D demonstrando o funcionamento das instalações, da arquitetura, dos detalhes, renderizados com aparência realista. *Tablets* e apresentações virtuais às equipes de obra auxiliam no processo de entendimento do projeto. Informações podem ser carregadas em tempo real através de modelos sincronizados pela internet, e inclusive modificações de projeto podem ser solicitadas em tempo real. Além disso, o modelo é abastecido de informação por toda equipe, não só pelo arquiteto e pelos projetistas.

2.4.2. Tomada de decisão

Atualmente, o projeto é idealizado pelo proprietário e pelos arquitetos independentemente e, após sua concepção, é enviado aos engenheiros projetistas de instalações e estruturais para que desenvolvam os projetos complementares e os detalhamentos necessários e, subsequentemente, encaminhado a equipe de construção para sua execução. A interação entre estas três equipes é pouca ou nenhuma. Mudanças de projeto ocorrem especialmente durante a fase de documentação e início da construção, gerando retrabalho e aumentando vertiginosamente os custos.

No BIM, a integração é a chave. As equipes de arquitetura, engenharia e construção, além de fornecedores e do proprietário, participam da concepção do modelo, realizam simulações e projeções, facilitando a tomada de decisão e as alterações podem ser realizadas ainda na fase de projeto, sem comprometer a execução da obra.

2.4.3. Comunicação no processo construtivo

As equipes de construção recebem, tradicionalmente, cópias das plantas, fachadas, cortes e detalhes em folhas A3, A2, A1 ou A0, dependendo da complexidade do projeto. A partir destas, em conjunto com o responsável pela equipe e o engenheiro de obra, fazem as interpretações necessárias e iniciam o processo construtivo.

Neste processo, não há interação do arquiteto nem dos engenheiros projetistas com a equipe de obra para o entendimento do empreendimento proposto. As particularidades consideradas no desenvolvimento do projeto pelos arquitetos engenheiros vão de encontro às particularidades de construtibilidade das equipes da obra, e este conflito vem à tona no decorrer da obra, causando atrasos, interrupções de trabalho e automaticamente custos extras. A resolução destes problemas geralmente está a cargo do engenheiro de obra, que na maioria das situações toma decisões baseadas no seu conhecimento e no contexto.

O contato com os projetistas ocorre apenas no não entendimento de alguma documentação provida a equipe de construção, na falta de informação ou no caso da necessidade de alguma alteração de projeto.

Este é, então, o ponto onde entra o BIM: a equipe de projeto e de execução trabalham em conjunto, desde o projeto conceitual até a entrega da obra. Porém, com a participação dos executores nas definições construtivas e de projeto, há mais informações disponíveis e a necessidade de retrabalho tanto na obra quanto no escritório são drasticamente reduzidas.

Um fator importante na modelagem é a necessidade do abastecimento irrestrito, contínuo e fidedigno de informação ao modelo. Sem todas informações necessárias, advindas de todas as disciplinas e equipes envolvidas no projeto, o BIM não funciona como um processo integrado, deixando problemas importantes sujeitos a soluções paliativas e/ou ineficientes. Este problema é sanado com o comprometimento de toda a equipe em organizar todo tipo de informação e alimentar o modelo.

Assim, através do modelo, as equipes de obra têm acesso um banco de dados detalhado de cada um dos componentes e da interação entre eles, podem extrair informações precisas sobre cada fase do processo e, em caso da necessidade de alterações, estas podem ser simuladas e analisadas antes da execução, atualizadas simultaneamente no modelo e expostas aos construtores imediatamente.

2.5. Métodos de concepção do projeto

Entre o surgimento de uma ideia ou oportunidade de empreendimento e sua realização há um processo de concepção, onde os responsáveis, suas respectivas responsabilidades e riscos, os detalhes de contrato e a interatividade entre as partes envolvidas devem ser definidos. Tradicionalmente, há uma série de métodos que são empregados em larga escala.

Segundo uma análise de Brad Hardin (2009), podemos destacar três: *Design-bid-build*, *Design-build* e *CM-at-risk*.

- *Design-Bid-Build* (Projeto-Oferta-Construção), ou DBB, é o mais tradicional, onde o proprietário inicialmente contrata um arquiteto que desenvolve o projeto arquitetônico, a partir do qual são desenvolvidos os projetos complementares pelos engenheiros. As plantas e a documentação dos projetos são geradas por estas equipes e, a partir destas, a execução da obra é realizada pelo construtor que apresentou a melhor oferta, seja o critério de seleção qual for, definido pelo proprietário. O arquiteto e os engenheiros já não mais têm envolvimento com o projeto a não ser em situações especiais como na necessidade de alguma informação técnica ou no entendimento de algum detalhe.

Este método é utilizado tanto no setor privado quanto no setor público. É o método padrão de Licitações, onde a empresa construtora vence a licitação baseada nos critérios de seleção definidos pela lei, em audiência pública.

No DBB o proprietário assume grande parte dos riscos pois contrata o projeto e a execução independentes um do outro. Da mesma forma, o construtor assume riscos ao ofertar um valor de execução baseado apenas em documentos e informações preliminares. A oferta do construtor é impessoal, pois este não tem participação nenhuma e suas particularidades de construtibilidade não foram consideradas.

- *Design-Build* (Projeto-Construção) é quando o proprietário contrata apenas uma empresa para realizar tanto o projeto quanto a execução da obra. Neste caso, o proprietário deve escolher, antecipadamente, a empresa que será responsável por todo o processo através do histórico da empresa, sua qualificação ou em uma proposta preliminar, baseada apenas na ideia conceitual, sem nenhum projeto.

Nesta situação, a empresa é tanto projetista quanto executora, e assume todos os riscos. Alguns processos podem ser subcontratados, dependendo do que foi acordado em contrato. O proprietário fica limitado a uma pequena gama de empresas que tem a capacidade de realizar o empreendimento por inteiro. Além disso, fica refém da qualidade do serviço da empresa e não tem controle dos processos uma vez que toda a responsabilidade está na mão da empresa, que tem como objetivo entregar o empreendimento concluído.

- *CM-at-risk*, ou *Construction Manager at Risk*, (Gestor de Construção ao risco) é quando o proprietário contrata um gestor que vai representá-lo tanto na fase de projeto quanto na fase de construção, vinculado a um orçamento máximo definido pelo proprietário. Este gestor tem a missão de contratar as equipes de projeto e construção, gerenciar os processos, os custos e a logística de modo a não exceder o orçamento, que está diretamente vinculado ao seu pagamento.

Em contraste a estes métodos de concepção, o BIM caminha junto com um método próprio, desenvolvido quase sob medida para suas necessidades, chamado IPD (Entrega de Projeto Integrado).

IPD – *Integrated Project Delivery* é um novo conceito metodológico de concepção de projeto que integra pessoas, sistemas, sistemas de gestão e práticas dentro de um processo que colaborativamente aproveita os talentos e percepções de todos os participantes para reduzir desperdícios e otimizar a eficiência por todas as fases do projeto e execução, conforme BRAD HARDIN (2009).

Desta forma, o IPD promove uma completa integração de equipes desde o início do projeto, permitindo que o time como um todo se torne um grupo colaborativo focado em promover flexibilidade e eficiência.

Metodologicamente, IDP faz com que o proprietário, os arquitetos, engenheiros, construtores e fornecedores e as demais partes envolvidas desenvolvam, desde a fase conceitual, um projeto de forma colaborativa e integrada, com a participação de todos e com os riscos divididos de forma equilibrada, de acordo com as responsabilidades de cada um.

Aplicando BIM neste processo, temos um Gestor que vai coordenar as equipes e gerenciar o modelo BIM, que vai servir de base de dados e fonte de informação irrestrita para todas as equipes construtivas e *stakeholders*.

Teoricamente, BIM pode ser aplicado em qualquer método de concepção de projeto. Porém, algumas características dos métodos tradicionais diminuem drasticamente a eficácia do BIM, onde a colaboração e o modelo se tornam refém de uma comunicação falha, de restrições de contrato e da falta de integração entre as equipes de uma forma contínua.

Desta forma, o IPD foi concebido para potencializar as vantagens do BIM e promover uma fluidez de informação e colaboração de equipes natural dentro do próprio processo de concepção.

3. METODOLOGIA

3.1. Análise de implementação

A adoção de uma nova metodologia de trabalho só é considerada, na prática, quando há uma motivação para tal. Entre estas motivações, podemos listar demanda de mercado, investimento em inovação, redução de custos, oportunidade de negócios, falta de mão de obra, ineficiência processual, etc.

Considerando que uma metodologia está sendo vastamente adotada por uma indústria, especialmente nos países mais desenvolvidos, é um indicador de que motivações foram encontradas.

O recente estabelecimento de políticas públicas de incentivo a adoção do BIM, a crescente ocorrência de conferências, seminários e palestras e a divulgação de ferramentas técnicas sobre o assunto no mundo todo demonstram que há um grande interesse não só de profissionais técnicos, de empresas, do meio acadêmico e do setor público na eminência de investir em um processo que, comprovadamente, traz resultado.

Através da análise de indicadores econômicos é possível visualizar o tamanho e o potencial da indústria da construção no Brasil. Relacionando estes com o as possibilidades que metodologia proporciona, é possível traçar um plano de implementação do BIM no Brasil, baseando-se no que foi já foi realizado e comprovadamente efetivo, focando os esforços em políticas públicas, investimento privado, educação e capacitação continuada.

3.2. Pesquisa

Durante os meses de Julho, Agosto, Setembro e Outubro de 2014 foi realizado pelo autor uma pesquisa de opinião nas maiores construtoras da região metropolitana de Florianópolis a respeito da relação destas com o BIM. Dos 21 questionários distribuídos, foram obtidas 15 respostas, um índice de mais de 70% de resposta, o que representa um interesse das grandes empresas do ramo a respeito deste assunto.

A perspectiva do mercado da construção em Florianópolis a respeito de BIM e do processo construtivo no geral é de vital importância para a análise que este trabalho se propõe. Através desta pesquisa as empresas expuseram seu conhecimento a respeito de BIM, mas, principalmente, a respeito das etapas do processo construtivo onde o BIM pode promover uma maior efetividade. Assim, visa-se analisar principalmente onde o BIM pode ser melhor aplicado e quais as ansias, desafios e dificuldades que estas empresas enfrentam ao encarar uma inovação processual.

Além da pesquisa por escrito, respondida especialmente por diretores e gestores com o objetivo de focar no âmbito gerencial mais do que técnico, estes foram indagados, oralmente, sobre sua opinião a respeito desta nova metodologia e da situação do mercado. Adicionalmente, foram entrevistados escritórios de arquitetura e pessoas ligadas ao setor público como o Secretário de Planejamento do Estado de Santa Catarina, Eng. Murilo Xavier, e um dos responsáveis pelos projetos de implantação BIM em âmbito nacional, Tenente Coronel Washington Luke do Departamento de Obras Militares do Exército Brasileiro, além do Diretor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Sul da Califórnia, Engenheiro Lucio Soibelman.

O resultado das pesquisas e entrevistas representa uma boa perspectiva da situação da implantação do BIM no Brasil através de vários pontos de vista, de forma a evitar uma observação parcial ou unilateral.

3.3. Simulação

Em parceria com a Moacir Masotti Empreendimentos Imobiliários, uma empresa do ramo da construção civil da cidade de Gramado – RS, foi realizado o acompanhamento do projeto e execução de uma residência de alto padrão, com três pavimentos, três dormitórios em concreto armado, com 252 m² de área, desde a concepção do projeto nos primeiros meses de 2014 e sua execução, com previsão de conclusão e entrega entre o final de 2014 e início de 2015.

Neste processo, a empresa concedeu acesso à todas as informações do projeto, desde cópias de todos os projetos, memoriais, documentos, acesso a obra, fornecedores, equipes de construção, projetistas, arquitetos, etc.

A partir destas informações, foi desenvolvido um modelo 4D utilizando o software Autodesk Revit das disciplinas de Arquitetura, Estrutural, Hidrossanitário e Topográfico com o objetivo de visualizar o potencial da ferramenta, as facilidades de inserção e extração da informação, além da possibilidade de compatibilização de projetos complementares. Além disso, foi criada a Estrutura Analítica de Projeto para servir de base ao planejamento e a simulação virtual da construção.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Análise de implementação

4.1.1. BIM no Mundo

A mudança de cultura é um passo chave na implementação desta metodologia. Não só internamente, nas empresas, mas na indústria da construção como um todo. Percebendo isso, o setor público em diversas partes do mundo vem tomando iniciativas que não só incentivam mas alavancam esta adaptação.

Em 2013, Geoff Zeiss – diretor da *Between de Poles*, uma empresa Canadense de consultoria em modelagem de infraestrutura – fez uma análise da adoção do BIM em diversas regiões do mundo, exposta a seguir:

- Estados Unidos

Em 2003 nos Estados Unidos a *General Services Administration* (GSA) através do seu serviço de edifícios públicos criou o programa nacional denominado *3D-4D-BIM Program*. Em 2006 a GSA decretou que os novos edifícios públicos projetados deveriam utilizar o BIM na fase de projetos.

Ao mesmo tempo a GSA fez um inventário BIM da utilização de 31.772.841m² dos espaços de escritórios públicos. Segundo o *SmartMarket Report* de 2012 a utilização do BIM nos Estados Unidos saltou de 40% em 2009 para 71% em 2012.

- Singapura

Singapura implementou o Sistema de aprovação de projetos mais rápido do mundo. O sistema foi implementado em 2008 pela *Construction Authority* (BCA). Os projetistas precisam somente submeter os projetos para aprovação através de um portal eletrônico em um modelo que contenha as informações necessárias para a aprovação. Em 2011 foram incluídos também os projetos de Instalações Hidráulicas, Elétricas e Ar Condicionado. O prazo atual de aprovação é de 26 dias e a meta para 2015 é reduzir esse prazo para 10 dias. O objetivo do BCA é obter 80% dos projetos em BIM até 2015.

- Reino Unido

O objetivo primordial da iniciativa do Governo no setor da construção é reduzir o custo dos projetos de construção do governo em 20% e reduzir a intensidade da emissão de carbono do Reino Unido, de acordo com seus compromissos de carbono da União Europeia. Para atingir sua meta o Governo do Reino Unido tem realizado várias iniciativas uma das quais é um compromisso para o BIM em projetos do governo ao longo de um período de 5 anos, e exigindo BIM Nível 2 (conforme diagrama abaixo) até 2016. O objetivo é incentivar a indústria a participar neste esforço, e para posicionar o Reino Unido para se tornar um líder mundial em BIM.

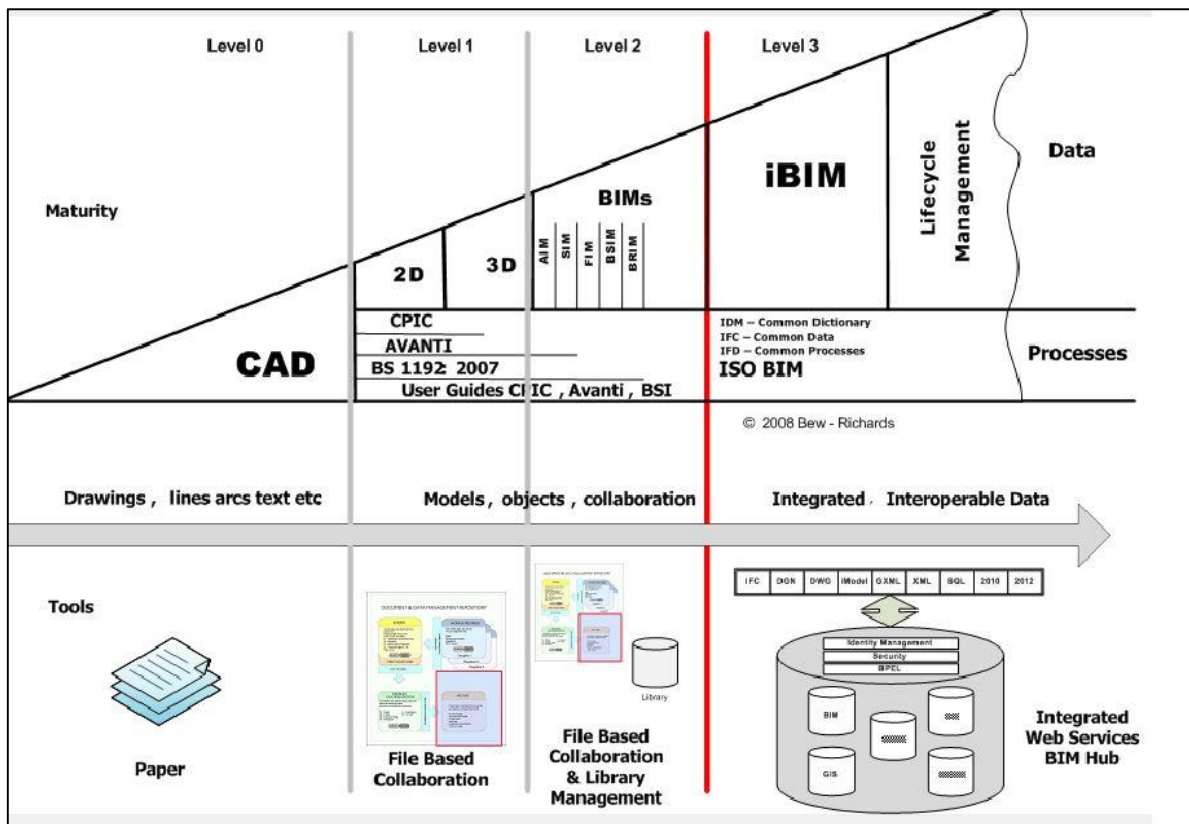


Figura 1 - Diagrama "Nível de Implementação do BIM" utilizado no Reino Unido

- Noruega

Na Noruega a empresa estatal *Statsbygg* definiu a utilização do BIM para todo o ciclo de vida dos seus edifícios. Atualmente todos os projetos da *Statsbygg* utilizam o formato IFC em seu desenvolvimento.

- Dinamarca

A empresa estatal *The Palaces & Properties Agency*, e o *Defense Construction Service* exigem o BIM em todos os seus projetos.

- Finlândia

A estatal Finlandesa *Senate Properties*, obriga o uso do BIM em seus Projetos desde 2007.

- Hong Kong

A Hong Kong *Housing Authority* irá exigir que todos os novos Projetos utilizem o BIM a partir de 2014.

- Coréia do Sul

O *Public Procurement Service* obrigará o uso compulsório do BIM a partir de 2016 para projetos superiores a 50 milhões de dólares (setor privado) e para todos os edifícios públicos.

- Holanda

Desde 2012 o *Dutch Ministry of the Interior* (RGD) obriga o uso do BIM para uso na manutenção de grandes projetos.

- Austrália

Em 2012 o Governo Australiano, através da BEIIC (*Built Environment Industry Innovation Council*), lançou o caderno “Iniciativa Nacional BIM”, dividido em dois volumes: Estratégia e Implementação, com uma série de recomendações, especificações e metas a serem adotadas pela indústria da construção. O documento estabelece seis pontos chaves: documentação, guia de implementação, educação, bibliotecas de componentes, processos de troca de informação e regulação de trabalho.

- China

Lachmi Khemlani – Arquiteto americano fundador da AECBytes.com, publicação online sobre tecnologia na construção civil – destacou em 2012 que na China, apesar de não

haver uma política específica na implantação e adoção do BIM, as recentes metas de eficiência energética na construção civil forçam a utilização de softwares avançados de análise energética, os quais exigem uma modelagem BIM.

4.1.2. Congresso Internacional

Nos dias 9 e 10 de Outubro de 2014 ocorreu em Portugal, na cidade de Lisboa, a Conferência Internacional BIMForum. Já em sua segunda edição, a Conferência de 2014 teve como tema “Desafios a serem superados”. As palestras se dividiram em dois dias, focando principalmente nos desafios encontrados pelos países que implementaram e implementam o BIM como uma iniciativa pública, nos desafios de design e compatibilização de softwares e na gestão de projeto, visualizando a integração dos processos e softwares.

Nesta conferência tive a oportunidade de participar, apresentando um artigo, intitulado “*The Challenge to Implement BIM in Brazil*” (O desafio de implementar BIM no Brasil). O comprovante de participação está exposto no Anexo A.

Abaixo, reproduzo o artigo em tradução livre:

INTRODUÇÃO

De 2000 a 2010, enquanto a porção da Indústria da Construção no PIB dos EUA e da Europa decrescia, crescia no Brasil [1], e ainda cresce. Como um país em desenvolvimento, o Brasil tem uma série de lacunas na infraestrutura que devem ser preenchidas. Além disso, com a recente ascensão da classe média, há também uma grande demanda de edificações comerciais e residenciais.

Apesar desta perspectiva, a indústria da construção ainda se apresenta bastante obsoleta. Desde métodos de construção, gestão, tecnologias e materiais, a maior parte da indústria se apoia em padrões do século passado. No entanto, tais métodos de construção se mantêm viáveis devido principalmente ao baixo custo de material e mão de obra. Em contraste, os preços dos imóveis continuam subindo, gerando grande lucro.

Por outro lado, o uso contínuo de metodologias ultrapassadas expõe as empresas aos orçamentos imprecisos, qualidade construtiva questionável, atrasos e vários outros problemas que invariavelmente geram custos extras e podem pôr em risco a saúde financeira da indústria a longo prazo.

BIM tende a ser a solução para todos estes problemas. O desenvolvimento de um projeto integrado, orçamentos precisos e melhor planejamento de recursos, pessoas e logística diminuirão bastante os custos extras.

MÉTODOS E MATERIAIS

Enquanto BIM é amplamente adotado, principalmente no primeiro mundo, ele ainda é um ponto de interrogação para a maioria no Brasil. Com algumas poucas iniciativas, especialmente de escritórios de arquitetura que focam seus esforços em Modelos multidimensionais, mas não exatamente integrados com as demais disciplinas e partes do projeto (fornecedores, engenheiros, proprietários, equipes de construção).

Ao questionar engenheiros, arquitetos e construtores, é perceptível que a maior parte das companhias no Brasil estão conscientes de o que é BIM e como ele pode beneficiar toda a indústria. Todos eles concordam que, no entanto, há uma escassez de pessoal capacitado e treinado para trabalhar com os softwares, implantar tal metodologia e gerenciar equipes BIM.

Como estudante de Engenharia Civil, tive o primeiro contato direto com BIM nos Estados Unidos, quando recebi uma bolsa de estudos do Governo Federal para estudar no Instituto Politécnico da Universidade de Nova Iorque. O BIM imediatamente despertou meu interesse e eu tenho espalhado os conceitos BIM e alguma bibliografia entre colegas e grupos de estudo dentro da UFSC.

Desafortunadamente, apenas um pequeno número de universidades no Brasil oferece disciplinas relacionadas com BIM, e há apenas dois programas de pós graduação [2]. Quando os estudantes e profissionais da área se depararem com a exigência do mercado, eles irão buscar treinamento e capacitação, o que vai naturalmente desencadear investimentos e preparação das universidades.

A melhor maneira de estimular profissionais a utilizar BIM é criando demanda de mercado. Como criar demanda? Incitar o setor público a requerer BIM. Dos R\$200 bilhões de reais investidos em infraestrutura no Brasil em 2012, 60% foi pelo governo [3]. O caminho é simples: o governo deve começar por fazer BIM obrigatório para licitações, criando uma base e motivando as empresas a migrar ao BIM, estabelecendo normas, padrões, prazos e manuais.

Atualmente, a PETROBRÁS e a Secretaria de Planejamento de Santa Catarina são as únicas instituições públicas que demandam BIM em suas licitações. Espalhando estas iniciativas e expondo os resultados alcançados ao redor do mundo devem incentivar outras instituições governamentais a seguir o mesmo caminho.

A respeito da normatização do BIM às singularidades do Brasil, o Exército está tomando a frente. O Departamento de Obras Militares (DOM) está atualmente desenvolvendo avanços tecnológicos focados em Biblioteca de componentes, Treinamento, Processos e Normatização [5].

Atualmente, sou estagiário em duas empresas, AltoQI e IDP Brasil Engenharia:

- AltoQi é uma das principais empresas de software para engenharia civil do Brasil. Dois projetos em andamento estão trazendo BIM à realidade; em parceria com a Autodesk e a Graphisoft, é desenvolvido um modelo de compatibilização entre os softwares através do IFC. E, em parceria com o Exército, são estudados os padrões de componentes construtivos utilizados no Brasil e estabelecidos padrões de bibliotecas.

- IDP Engenharia é uma empresa de projeto Espanhola que trabalha prioritariamente com BIM, e viu a oportunidade de explorar o grande mercado da construção no Brasil. A companhia não só desenvolve projetos em BIM mas também promove a utilização de materiais mais eficientes e modernas técnicas de construção. Uma abordagem inovadora como esta também é essencial para a evolução da indústria da construção.

Mais companhias com esta atitude são necessárias para criar um ambiente de completa integração em BIM, especialmente entre empresas de arquitetura, engenharia, construção e fornecedores. Como todo problema é uma oportunidade, a demanda por investimento é eminente assim como a cooperação do governo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos países tem o governo como principal agente de implementação do BIM. Singapura, China, Hungria, Dinamarca, Inglaterra, Estados Unidos. Criando grupos de trabalho, incentivando a interoperatividade por IFC, endossando e guiando o processo, cada país tem seu meio [6]. Os resultados são todos otimistas.

Na Inglaterra, o Cabinet Office (Gabinete do Governo) publicou em 2011 um relatório que anunciara a “Movimentação do Governo para desenvolver padrões que possibilitem todos os membros da indústria da construção trabalhar colaborativamente com BIM. Este será um processo gradual de trabalho junto as empresas, a fim de dar tempo para indústria se preparar aos novos padrões e para treinamento” [7]. O documento descreve a estratégia, os objetivos e os prazos envolvidos.

O sucesso desta iniciativa foi reconhecido em 2013, quando o Gabinete do Governo recebeu o prêmio FIATECH, enfatizando que “O governo encorajou todo o setor da construção a se aproximar do BIM através do Estratégia Governamental para a Construção, um programa de quatro anos que obriga a colaboração em BIM em todas as licitações até 2016, independente de valores. A iniciativa criou comunidades BIM, incluindo eixos regionais BIM por todo Reino Unido, para garantir o entendimento completo do BIM” [8]. Resumindo os resultados: em 2010, 13% das empresas estavam utilizando BIM. Em 2013, este índice é de 54%, com uma projeção de 95% para os próximos cinco anos [9].

Além disso, nos Estados Unidos, logo após demonstrações de BIM por diversas empresas em uma Conferência, em 2003, o GSA (Administração de Serviços Gerais) atualizou um documento a respeito de padrões de construção

para órgãos públicos norte-americanos, determinando o objetivo de requerer modelos interoperáveis em projetos para melhorar a qualidade de design e construção. Esta iniciativa levou a uma série de Guias de referência para implantação de BIM que sustentou o papel da GSA como líder na implantação, coordenação e orientação em BIM [10].

Esta foi a primeira vez que uma influente organização pública tomou tal iniciativa tão inovadora, reconhecida através de múltiplos prêmios e acordos de cooperação internacional [10]. A porcentagem de empresas nos Estados Unidos com um alto nível de implementação de BIM era de 55% em 2013 e a projeção é que chegue a 79% em 2015 [11].

CONCLUSÃO

Está claro que a implementação do BIM é um caminho sem volta. Três aspectos conduzem o processo: investimento, educação e suporte do governo.

A interferência do governo neste processo já mostrou seu valor no resto do mundo, e é o primeiro passo para um país com o tamanho e o potencial da indústria da construção como o Brasil. O investimento vai ser naturalmente impulsionado pela demanda, motivando uma melhor e mais ampla educação neste aspecto.

REFERÊNCIAS

- [1] GONÇALVES, ROBSON; CASTELO, ANA MARIA. O investimento e o papel da construção civil, 2012*
- [2] RUSCHEL, REGINA; ANDRADE, M. LIRA; MORAIS, MARCELO DE. BIM teaching in Brazil: where are we? - June 2013*
- [3] DIAS, EDNEY; CASTELO, ANA MARIA. Visões de futuro para a Construção e para o Brasil; 2013*

- [6] MANZIONE, LEONARDO; HILLESHEIN, BRUNO. *Caderno BIM - Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)* - 2014
- [5] *Modelos BIM – Desafios e Propostas*, 2014 <<http://goo.gl/SoKAOq>>, August 2014
- [6] KHEMLANI, LACHMI; *Around the World with BIM*, 2012 <<http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>>, August 2014
- [7] *Government Construction Strategy*, Cabinet Office, UK, 2011
- [8] UK Government, *UK Construction Industry Receive Porter Award*, Fiatech's Highest Honor; Fiatech, 2013 <<http://goo.gl/2z81eW>>
- [9] *NBS National BIM Report*; London, UK, 2014
- [10] HO, PEGGY; MATTA, CHARLES; HAGAN, STEPHEN. *BIM: The GSA Story*, *Journal of Building Information Modeling*, Spring 2009
- [11] *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*; McGraw Hill Construction; 2014



Figura 2 - Apresentação em Portugal

O artigo foi restringido pelos organizadores da Conferência a duas páginas padronizadas conforme modelo da organização, assim, muitas informações mais detalhadas e aprofundadas foram suprimidas. Em complemento ao artigo, destaco que a indústria da construção no Brasil representava em 2012 mais de R\$395 bilhões, com um índice de crescimento anual composto (CAGR) de 13,1% segundo relatório da TIMetric Consultoria. Prognósticos apontam que este valor deve chegar a R\$600 bilhões em 2017. Ou seja, é um mercado gigante e em crescimento, que naturalmente demandará investimentos em inovação. Esta inovação tem nome: BIM.

Em relação às medidas propostas no artigo e o que vem sendo feito, o Departamento de Obras Públicas (DOM) do Exército Brasileiro vem desenvolvendo uma série de atividades e projetos em parceria com empresas privadas e com os Ministérios do Desenvolvimento,

Indústria e Comércio (MDIC) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) através do mapeamento de processos, desenvolvimento de Bibliotecas de Componentes baseadas no OMNICLASS adaptadas aos padrões brasileiros, além de estar prevendo a divulgação de Manuais Técnicos e Guias de Implementação de BIM para um futuro próximo. Manuais e guias estes que serão lançados como versão aberta a atualizações e modificações, conforme as prerrogativas do setor público e necessidades do mercado.

Em uma longa entrevista concedida a mim, o Tenente Coronel Washington Luke, que encabeça os projetos BIM do exército, afirmou que o exército está a par das medidas que foram tomadas por órgãos públicos e Países onde o BIM está implementado, e que o Brasil está a 3 anos de estabelecer políticas públicas generalizadas de exigência de BIM, mas para isso precisa criar um “*background*” que envolve não só os componentes e processos mas também, como destacado no artigo, uma rede de ensino especializado, determinação de Normas Técnicas e na padronização das tabelas de composições de insumos e mão de obra, além de legislação específica.

4.1.3. Mudança de cultura

Empresas desenvolvedoras de softwares como Autodesk, Tekla, Bentley e outras promovem no mundo todo a adoção do BIM através de seminários, cursos, distribuição de versões de avaliação dos softwares gratuitamente, parcerias com Universidades, com no setor público e privado.

Muitas construtoras, empresas de projeto, de engenharia e de arquitetura enxergam os benefícios do BIM e adotam-no naturalmente, afim de usufruir dos diversos benefícios que esta metodologia pode trazer. Porém, grande parte das empresas ainda hesita em apostar em inovação e mudanças de processo, devido especialmente a necessidade de investimento em softwares, estrutura e capacitação da equipe, além da mudança de cultura da empresa.

Investimentos em softwares e estrutura é um processo natural em basicamente qualquer setor, onde as tecnologias naturalmente avançam e os processos se tornam

ultrapassados em poucos anos. É uma decisão interna da empresa a fim de não se defasar em relação ao avanço do mercado.

A capacitação é, além de interesse da empresa, necessidade do empregado. Apesar do BIM ainda não ser uma constante no ensino de nível superior no Brasil, diversas empresas oferecem cursos de capacitação no processo, além de existirem diversas bibliografias e vídeo-aulas a respeito disponíveis, a maioria em inglês.

A mudança de cultura talvez seja o maior desafio na implementação plena. Exige completo entendimento e cooperação de toda equipe e uma coordenação transparente e objetiva a fim de manter o foco e alcançar os objetivos traçados. É imprescindível também o comprometimento do proprietário ao prover suporte a equipe durante a fase de adaptação, onde a empresa passará invariavelmente por períodos de baixa produtividade.

4.1.4. Áreas de ação

Através da perspectiva do que foi exposto nos capítulos anteriores, e visualizando o futuro da indústria no Brasil, destacam-se três focos de trabalho como determinantes para o estabelecimento de um mercado “*BIM Ready*”, ou seja, pronto para demandar e oferecer a execução de projetos utilizando as ferramentas e a metodologia BIM.

- Setor público

Determinar um programa continuado de implementação, como política de estado, estabelecendo padrões, normas, guias, regulação do trabalho e meios de troca de informação, com metas e prazos claros e realistas.

- Educação

Estabelecer o BIM como uma disciplina da graduação que introduza uma metodologia de integração entre todos os processos e as disciplinas de uma construção, seja a uma edificação, uma obra civil ou qualquer estrutura.

Oferecer pós graduação com foco na otimização de processos e no domínio dos softwares para formar gestores capacitados a implementar e gerenciar este processo em todos os ramos da indústria da construção.

- Investimento Privado

Incentivar o investimento em processos, envolvendo não só a capacitação da equipe mas estrutura tecnológica e mudança de cultura entre os parceiros (fornecedores, prestadores de serviço, etc.), desencadeando uma reação em cadeia na indústria.

4.2. Pesquisa

A fim de analisar a viabilidade e urgência destas ações, foram realizadas pesquisas e entrevistas com profissionais, autoridades, professores e empresas da indústria da construção civil em relação ao BIM e sua situação no Brasil, tanto através de entrevistas presenciais, por telefone e teleconferência, quanto distribuindo questionários às principais construtoras e incorporadoras da região metropolitana de Florianópolis.

4.2.1. Resultados

4.2.1.1. Pesquisa com construtoras

Foram recolhidas respostas das seguintes empresas: Hantei, Quatro Engenharia, FAZ Engenharia, EDS Engenharia, RDO Engenharia, Pillar Construções, Reusing Engenharia, Cota Empreendimentos, Mima Engenharia, Magno Martins, Koprime Construtora, Álamo Construtora, Construtora Arthur Silveira, ETAPLAN e ACCR Construções.

O questionário lista 6 perguntas relacionadas não só ao BIM mas a situações de gestão e controle de projetos e da construção. O formulário da pesquisa encontra-se no anexo B. A seguir são analisadas as respostas.

1 - A empresa tem conhecimento de o que é BIM, e quais seus benefícios?

Apenas duas das quinze empresas não estão familiarizadas com o termo. Três empresas afirmaram fazer uso, o que indica um princípio de adoção por parte do mercado, atento aos avanços.

1.1 – Qual a relação com este processo?

Duas empresas afirmaram fazer uso restrito da metodologia, utilizando apenas alguns aspectos como compatibilização de projetos através do modelo ou integração das equipes. A outra empresa contrata um escritório de arquitetura que desenvolve seus projetos arquitetônicos em Revit, recebe os projetos complementares e transcreve também no Revit, para realizar a compatibilização de projetos.

1.2 – O que levou a empresa a adotar BIM?

Destas três empresas, duas afirmaram que o investimento natural em inovação foi o fator que motivou a adoção do BIM. A demanda de clientes foi a razão pela qual a outra empresa buscou as vantagens e benefícios desta metodologia.

2 – Quais as áreas da construção civil que têm maior potencial de evolução?

Esta questão é a mais importante do questionário. Algumas empresas assinalaram mais de uma opção, porém, 14 das 15 empresas listaram o projeto como o principal aspecto onde há potencial de evolução, conforme figura 3.

Este dado indica que as empresas construtoras têm tido muitos problemas com a qualidade dos projetos, em sua maioria realizados por empresas terceirizadas. Este é um fator determinante para a visualização dos benefícios que o BIM pode promover no curto prazo. Como a metodologia BIM está bastante focada no investimento tanto de tempo quanto de recursos em um melhor projeto, as construtoras e incorporadoras já recebem documentos de melhor qualidade, e com informações mais precisas e úteis, evitando o retrabalho em obra e a necessidade de solicitar informações adicionais as equipes de

projeto com tanta frequência. Recursos, contratos e mão de obra também foram indicados como aspectos onde há potencial de melhora.

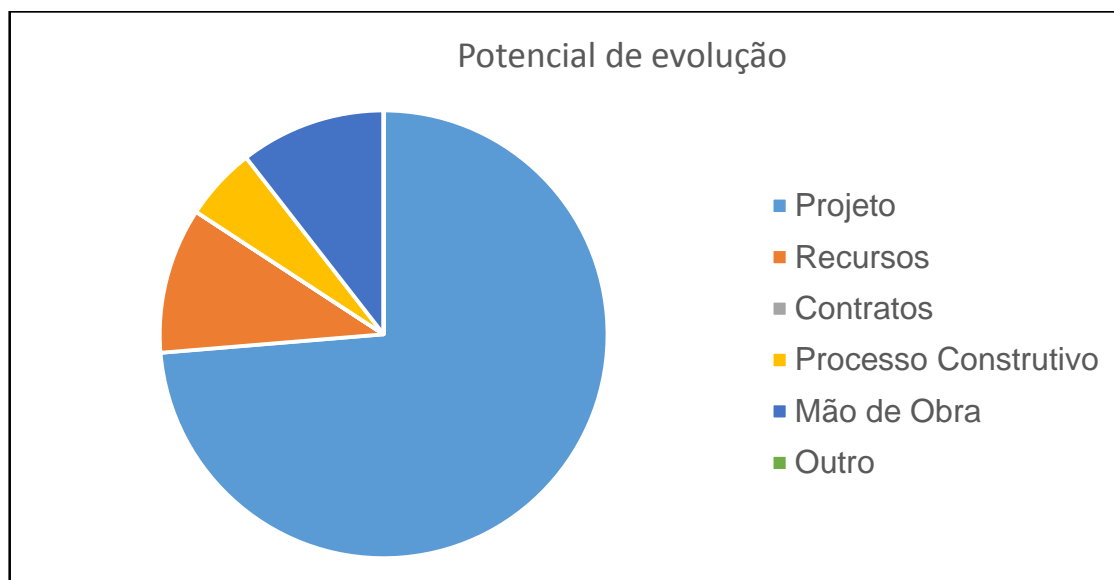


Figura 3 - Potencial de Evolução

3 - Qual a participação das equipes construtivas, empresas de prestação de serviços terceirizados e fornecedores no desenvolvimento do projeto (conceitual, arquitetônico, complementares, planejamento, logística)?

De acordo com três empresas, as equipes construtivas não têm nenhuma participação no desenvolvimento do projeto. Para seis empresas, elas têm uma participação limitada. A metodologia BIM incentiva a participação de todas as equipes envolvidas na construção já no projeto, e esta foi a resposta indicada por cinco das empresas consultadas, apontando uma interessante cooperação entre as equipes.

4 – Qual a precisão dos quantitativos, orçamentos e planejamento na construção?

Nove das quatorze empresas que utilizam quantitativos, orçamento e planejamento afirmam que a precisão destes é média, o que é bastante comum. Duas empresas afirmaram que a precisão é baixa, e três empresas informaram que a precisão é alta.

5 – *Dentre os benefícios que o BIM pode promover, quais os mais importantes para a empresa?*

Nesta pergunta, a distribuição das respostas foi bastante equilibrada, indicando que há interesse em todas as vantagens que o BIM pode promover.

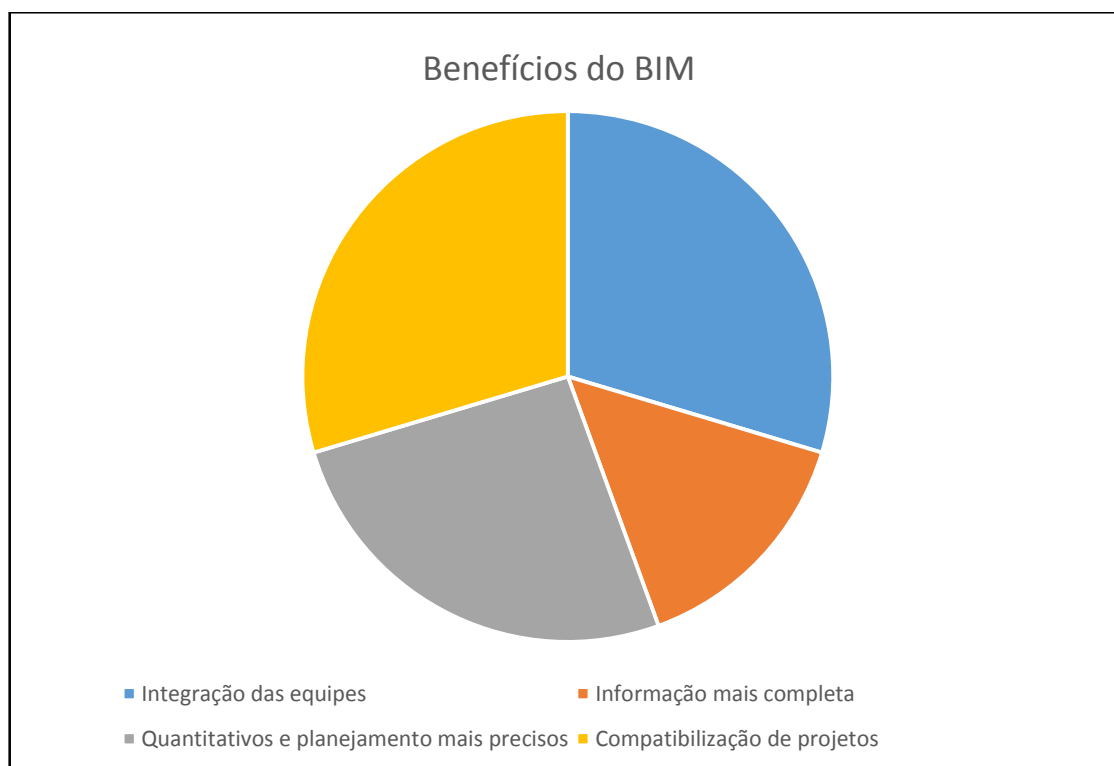


Figura 4 - Benefícios do BIM

6 – *Está ciente das políticas públicas de incentivo a adoção do BIM, como a realizada pela Secretaria de Planejamento de SC? Qual sua visão a respeito?*

Oito empresas afirmaram não estar cientes desta iniciativa da Secretaria de Planejamento de Santa Catarina. Isto pode representar a falta de interesse destas empresas em licitações públicas ou falta de divulgação por parte do Governo ao promover esta política pública de adaptação do mercado as exigências do BIM. Além disso, esta iniciativa depende diretamente de determinações como padrões, normas, referências e bibliotecas, que ainda não estão estabelecidas pelo governo no Brasil.

Cinco das empresas afirmam estar cientes e considerarem uma boa iniciativa, porém, duas delas entendem como uma iniciativa precipitada, tendo em vista que o mercado não está preparado para esta demanda.

4.2.1.2. Escritórios de Arquitetura

Em visitas a importantes escritórios de arquitetura da região metropolitana de Florianópolis tive a oportunidade de conversar com os responsáveis pelas realizações dos projetos e procedimentos de trabalho. Alguns destes afirmam utilizar parcialmente tecnologias BIM, principalmente o software de modelagem Autodesk Revit. Porém, o maior desafio encontrado é a falta de escritórios de engenharia que executem projetos complementares (estrutural, hidrossanitário, elétrico, climatização, etc.) através de softwares compatíveis com as tecnologias BIM, o que possibilitaria a execução das compatibilizações virtualmente, o projeto executivo e a documentação, plantas, esquemas e detalhes diretamente das ferramentas multidimensionais para a apresentação do projeto com um nível muito maior de assertividade e detalhamento.

4.2.1.3. Entrevista com responsável por BIM no Exército Brasileiro

No dia 24 de setembro tive a oportunidade de conversar por telefone diretamente com o Tenente Coronel Washington Luke. Como um dos diretores do DOM – Departamento de Obras Militares, que desenvolve atualmente a modelagem e catalogação de edificações, obras em andamento e projetos futuros em uma plataforma BIM própria, integrada, chamada OPUS.

Este mesmo departamento é o responsável pela definição dos padrões e normas para a utilização do BIM no Brasil, juntamente com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Os padrões de componentes compatíveis com o mercado brasileiro estão sendo desenvolvidos utilizando como base o OMINICLASS, um sistema de classificação da construção utilizado em larga escala por softwares, bancos de dados e empresas nos

Estados Unidos. Há a perspectiva da divulgação de uma versão preliminar desta classificação padronizada de componentes até o final deste ano.

Além disso, Normas e Manuais de Implementação e Legislação específica, especialmente em relação a propriedade e autoria dos modelos e da informação, estão sendo desenvolvidos, semelhante ao que foi realizado nos Estados Unidos e no Reino Unido conforme abordamos anteriormente. Estes manuais servem de base para o procedimento de trabalho de acordo com as singularidades do mercado brasileiro e, principalmente, para o cumprimento de requisitos em processos licitatórios que exijam BIM.

Estas medidas são de vital importância para o estabelecimento de um “*background*” BIM no Brasil. As empresas devem saber que caminho seguir em aspectos legais e normativos, da mesma forma como a indústria é regulada atualmente na metodologia tradicional de concepção de um projeto.

O TC Luke afirmou, no entanto, que o Brasil deve estar preparado para exigir BIM em um horizonte de 3 anos, ou seja, o trabalho desenvolvido pelo Exército em parceria com os Ministérios e empresas parceiras deve estabelecer todas as diretrizes até 2017. Estas diretrizes não serão definitivas, estando abertas a atualizações e adições constantemente, mas devem servir de base para a exigência da entrega de projetos em BIM pelo setor público.

4.2.1.4. Entrevista com o Secretário de Planejamento de SC

Tomando a frente neste processo de exigência do BIM por parte do setor público, a Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina lançou no início de 2014 um edital onde exige a entrega de um projeto específico já em BIM, e determina que, até 2018, todos os projetos devem ser entregues em plataforma BIM para obras licitadas pela Secretaria de Planejamento.

É uma medida visionária, considerada ainda um pouco precipitada por alguns profissionais da área. Com esta perspectiva, estive no gabinete do Secretário Engenheiro

Murilo Xavier no dia 22 de Abril de 2014 a fim de questioná-lo a respeito das motivações, parâmetros e objetivos desta medida.

O Secretário afirmou que teve contato com empresas Européias no ano de 2013 quando lhe foi apresentado o BIM. A partir daí, foi criada dentro da Secretaria uma equipe dedicada ao entendimento e implementação desta metodologia, o que resultou no Caderno BIM de Santa Catarina, o edital do projeto legal e executivo em BIM do novo Instituto de Cardiologia de Santa Catarina e o 1º Seminário Estadual de BIM, ocorrido no dia 13 de março de 2014 em Florianópolis – SC.

Além disso, o secretário frisou que os esforços são para tornar está uma política de estado, o que a tornaria imune a troca de governantes. Este é um ponto crucial, especialmente em ano de eleição, pois o estabelecimento de uma iniciativa neste aspecto não pode estar suscetível aos interesses das equipes de governo que passam pelas Secretarias e Gabinetes, mas um processo contínuo e independente.

4.2.1.5. Entrevista com o Diretor de Engenharia Civil da USC

Prof. Engenheiro Lucio Soibelman é o Diretor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Sul da Califórnia, uma das mais renomadas do mundo especialmente na área de ciências exatas. Reconhecidamente um dos mais importantes nomes no que se refere a BIM no Brasil, Lucio me atendeu no dia 21 de outubro de 2014 para uma teleconferência sobre, principalmente, o ensino do BIM nos Estados Unidos e a realidade do mercado brasileiro em relação a implementação.

Segundo o Professor, não é comum cursos de Graduação ou Pós-Graduação nos Estados Unidos exclusivamente sobre BIM, mas disciplinas específicas que abordam os temas, principalmente técnicas de modelagem, compatibilização, planejamento e custos dentro do contexto prático nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia da Construção e Arquitetura, e na pós graduação principalmente em cursos como Gestão da Construção e Arquitetura.

Em relação ao mercado nacional, afirmou que há empresas trabalhando plenamente com BIM de uma forma isolada, com equipes de projeto próprias modelando todas as

disciplinas de uma forma integrada e utilizando estes modelos em obra, através de alguns dos diversos softwares disponíveis para este processo. Usualmente, os gestores BIM destas grandes empresas têm procurado orientação através de Pós-Graduação com profissionais do exterior, muitos inclusive com o próprio Prof. Lúcio.

4.3. Simulação

Em adição a revisão bibliográfica e técnica, análise de mercado, artigo apresentado e pesquisa acadêmica, foi desenvolvido uma simulação de um projeto residencial unifamiliar paralelamente a sua execução na cidade de Gramado – RS. Esta simulação tem como objetivo apresentar um modelo BIM 4D transcrito a partir do projeto em CAD, a realização da coordenação do projeto virtualmente, o planejamento virtual e a demonstração da facilidade na extração de documentos e quantitativos do modelo.

4.3.1. Apresentação do projeto

Para esta simulação foi selecionado o projeto de uma residência unifamiliar de alto padrão, que está sendo executado paralelamente a esta simulação. As vistas 3D geradas pelo escritório de arquitetura estão dispostas a seguir.



Figura 5 - Vista de Frente



Figura 6 - Vista de Fundos

4.3.2. BIM versus CAD

Ideologicamente, o projeto deve ser concebido desde o princípio nas ferramentas BIM. Nesta simulação ocorreu a transcrição do projeto desde as plantas 2D, especificações, detalhes e memoriais para o modelo 4D no software Autodesk Revit, o que na prática é comum no Brasil.

Durante esta transcrição, diversas informações específicas não estavam disponíveis nos documentos recebidos e tiveram de ser solicitadas junto as equipes de projeto, tanto na arquitetura quanto nos projetos de instalações e estrutural. Ficou evidente que os projetos foram executados em tempos diferentes e não foram compatibilizados pois, na planta de arquitetura, por exemplo, não estão previstos os “*shafts*” para a passagem da tubulação hidrossanitária. Além do mais, os “*shafts*” previstos nos projetos hidrossanitários atravessam vigas longitudinalmente, comprovando que o projeto estrutural foi ignorado na confecção dos projetos complementares.

Primeiramente temos uma imagem do projeto em AutoCAD, gerado pelo escritório de arquitetura, com cotas, mobiliário, legendas e informações de projeto.

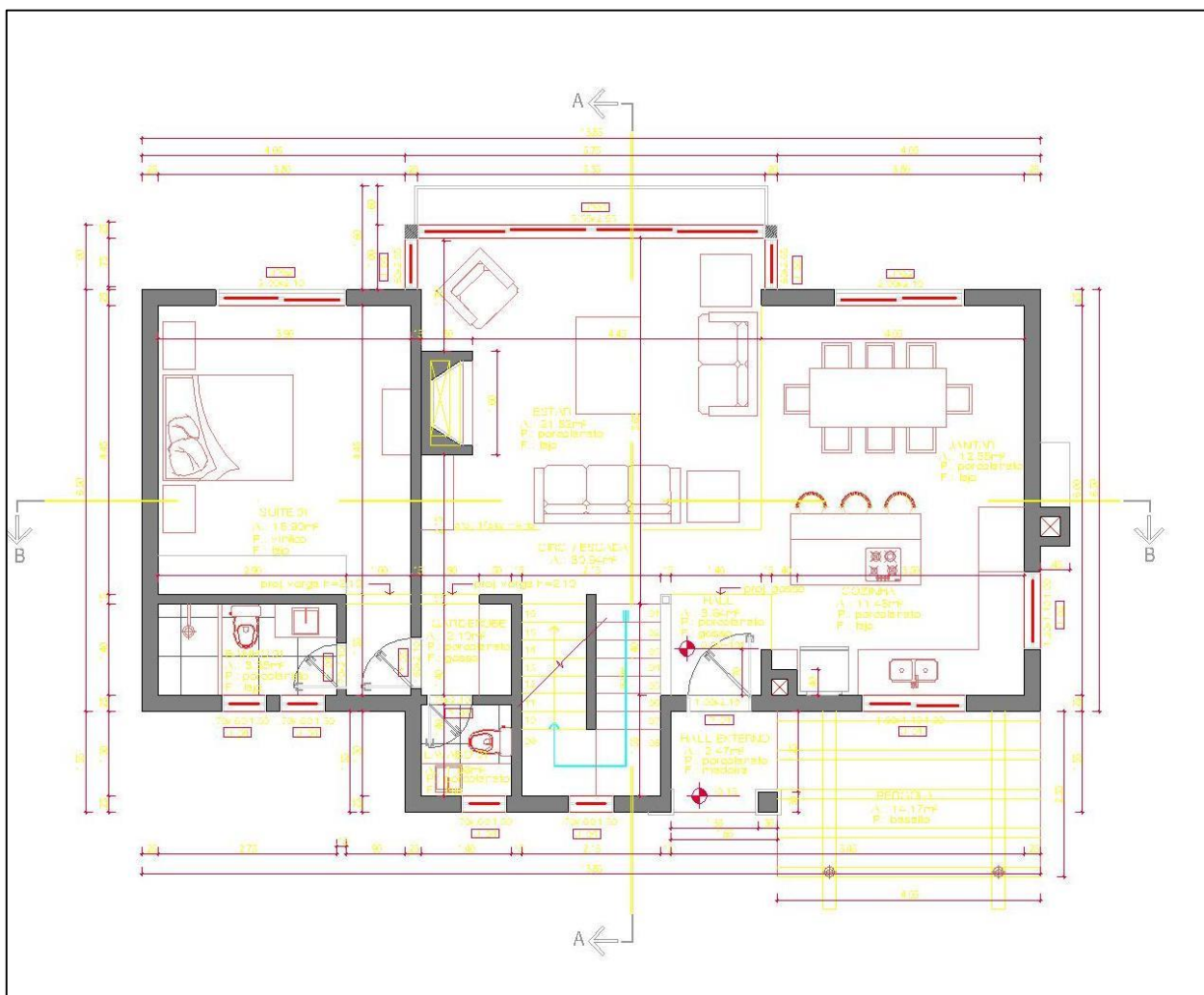


Figura 7 - Planta 2D original – Piso Térreo

A seguir, a transcrição deste projeto no Revit. Apenas a geometria e tipologia foi transferida, todas as informações adjacentes são intrínsecas aos componentes paramétrico dentro do Revit, e podem ser extraídas em alguns cliques.

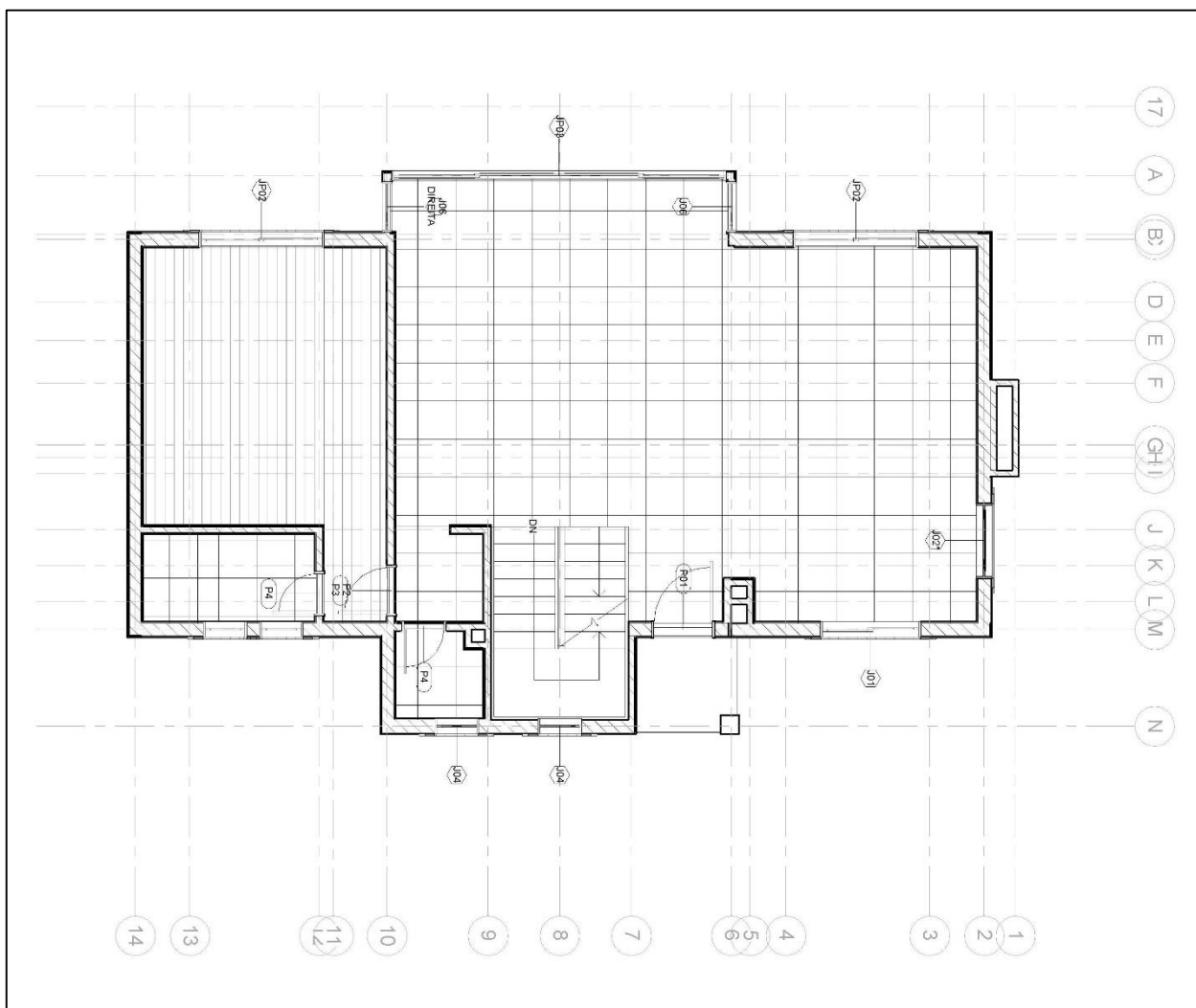


Figura 8 - Transcrição da planta 2D no Revit – Piso Térreo

O projeto no Revit é, de fato, uma construção com componentes reais em um ambiente virtual. Todas as informações estão contidas nos objetos e a interação entre eles é natural. A diferença entre o projeto básico e o projeto executivo está apenas a alguns cliques em opções de visualização.

A mesma operação foi feita para o projeto estrutural e hidrossanitário, além do levantamento topográfico, com a transcrição de um total de 28 folhas.

- Topografia: A topografia é importada através de uma nuvem de pontos em DWG gerada pela estação total do topógrafo. São isoladas as camadas referentes ao terreno e, a partir destas é gerada uma superfície uniforme. Com esta superfície, é definida a posição e elevação da edificação de acordo com os projetos arquitetônicos, e simulados os movimentos de terra necessários.

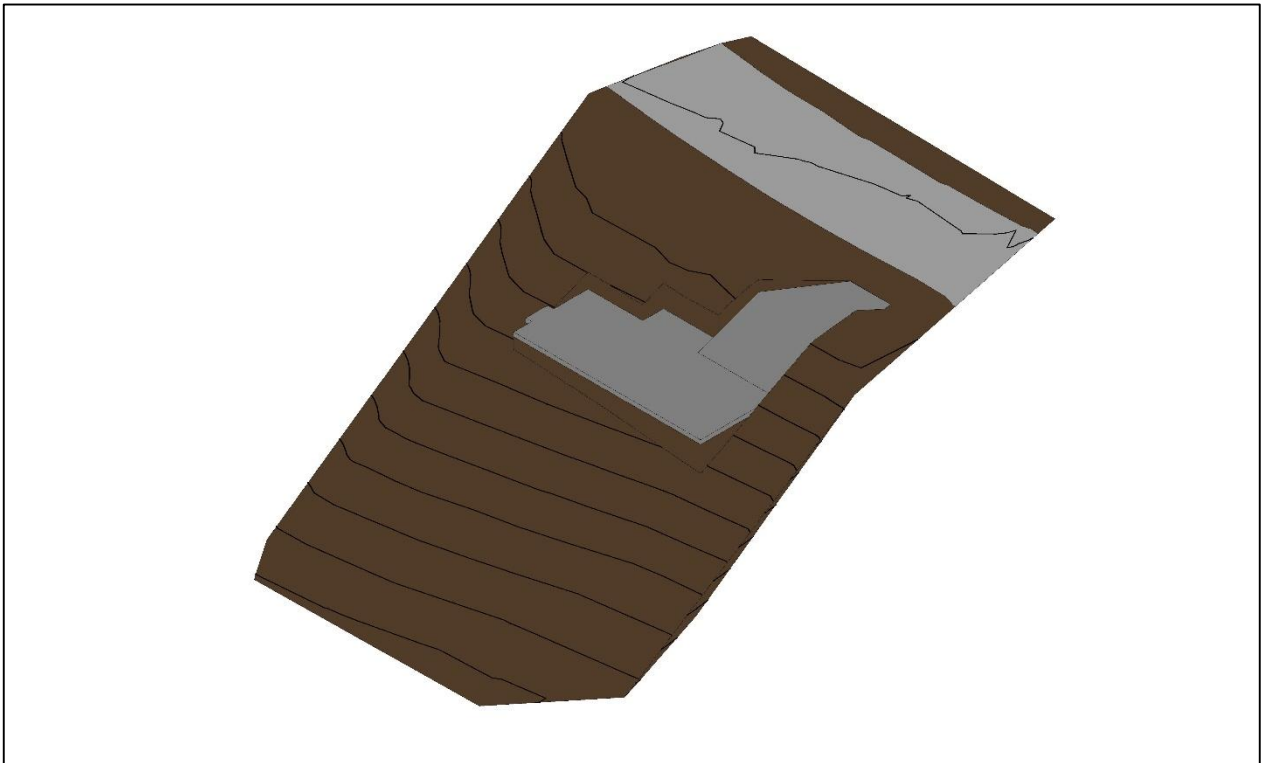


Figura 9 – Modelo da topografia

- Estrutural: Após a transcrição do projeto arquitetônico, são traçadas linhas de grade (*grids*) nas paredes do projeto para servir de referência ao projeto estrutural. Então, abre-se um novo arquivo, importa-se através de um *link* o arquivo de arquitetura, apenas como visualização e referência, e são modelados os pilares, vigas, lajes e fundações conforme o projeto estrutural. Esta conexão entre o arquivo de arquitetura e estrutural é sincronizado em tempo real, ou seja, qualquer modificação no projeto arquitetônico é

visualizada automaticamente no *link* do projeto estrutural que pode ser adaptado conforme necessário.

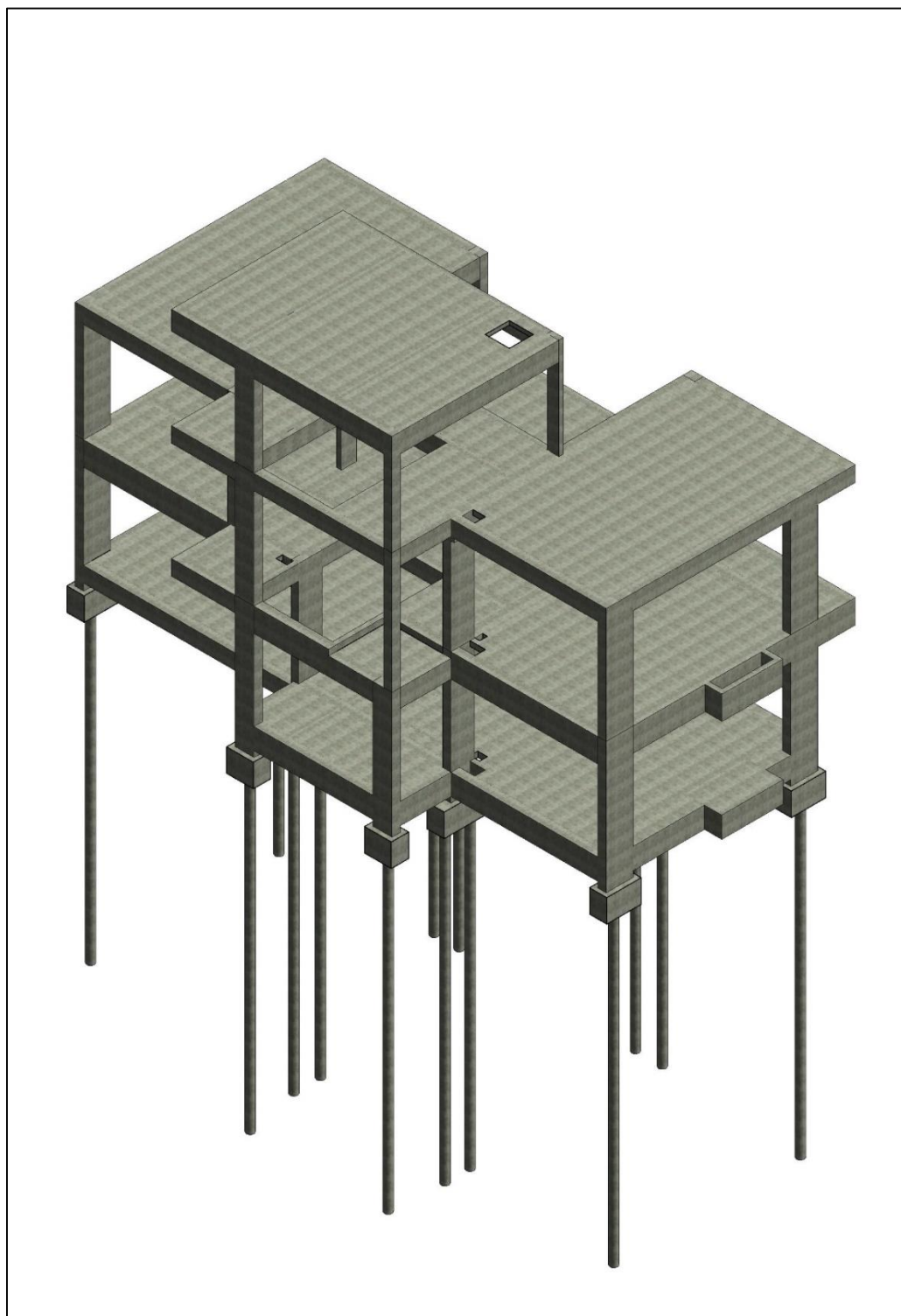


Figura 10 - Projeto Estrutural em 3D

- Hidrossanitário: O mesmo *link* realizado com o projeto arquitetônico para a modelagem da estrutura é feito para o projeto hidrossanitário. Água quente, água fria e esgoto são modeladas todas no mesmo projeto, formando sistemas distintos mas inter-relacionados, também por motivos de interferência e compatibilização.

Diferentemente do projeto estrutural, onde são consideradas as plantas e grades de referência do arquitetônico, no projeto hidrossanitário são utilizados como referência os ambientes em si, e os componentes destes ambientes como paredes, portas, janelas, pisos, etc.

Inicialmente são inseridas as louças, os reservatórios e equipamentos necessários e, a partir destes, são traçadas as tubulações. As conexões são inseridas automaticamente ao se modelar uma curva, uma junção entre tubulações ou situações semelhantes. Cortes nas vistas podem ser feitos em tempo real, em qualquer ponto da edificação, para uma modelagem mais rápida e precisa.

Vemos na imagem a seguir o modelo arquitetônico como plano de fundo, o sistema de água frio na coloração azul, a água quente na coloração vermelha e o esgoto na coloração verde.

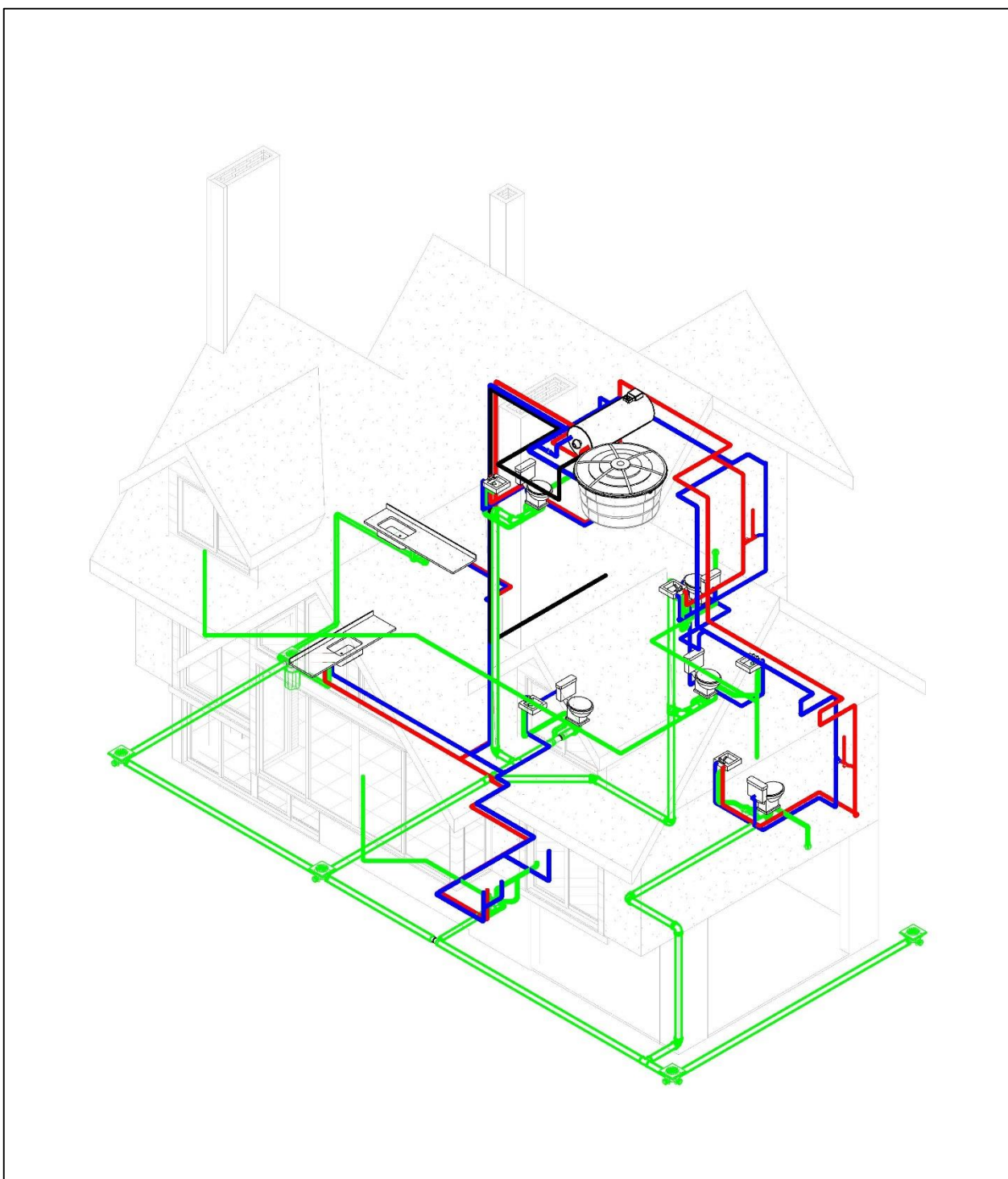


Figura 11 - Projeto hidrossanitário

- Arquitetônico: o modelo que serve de base para todos os outros é o primeiro a ser desenvolvido. Inicialmente, importa-se a planta de subsolo para o Revit e posiciona-se corretamente no ponto cartesiano e elevação correta do projeto. São criados os demais níveis conforme as elevações do projeto, cada nível com sua respectiva planta baixa importada como referência.



Figura 12 - Projeto arquitetônico

Paredes, portas, janelas, pisos, revestimento e telhado são os componentes presentes no modelo arquitetônico. Todos estes itens podem ser genéricos, nativos do Revit, ou importados de bibliotecas de componentes diretamente de fabricantes (ainda deficiente no Brasil), de outros usuários ou fontes na internet.

Da mesma forma, todos estes componentes são editáveis, tanto a sua geometria quanto os atributos, características e parametrização. O nível de detalhamento também pode variar, tanto na modelagem quanto na visualização. Um nível de detalhe maior no projeto depende da confecção de um componente mais detalhado, e na visualização, estes detalhes mais complexos podem ser exibidos ou não, o que é configurável em cada vista ou padronizado em todo projeto, ou em vistas específicas através de *templates*.

Estas propriedades dos componentes são válidas para todas as disciplinas. Vigas, pilares e lajes no estrutural, tubos, conexões, equipamentos e acessórios no hidrossanitário, e qualquer outro elemento inserido em qualquer disciplina.

4.3.3. Vantagens da modelagem

A modelagem do projeto no Revit, semelhante ao que acontece nos demais softwares de modelagem BIM, traz diversas vantagens além da simples apresentação 3D. Podemos destacar a capacidade de geração de quantitativos de materiais automaticamente, cálculos de volume (escavação, peças estruturais), a conferência e identificação automática de sistemas (se todas as tubulações possuem um início e um final, e ao que estas estão conectadas), análises luminotécnicas (tanto do sol, em qualquer época do ano ou lugar do planeta quanto da iluminação interna).

<Quantitativo de Janelas>						
A	B	C	D	E	F	G
Tipo	Família	Quantidade	Altura	Posição	Nível	OmniClass
J01	J01	1	2.10 m	1.00 m	0 - TERREO	23.30.20.00
J02*	J02	2	2.10 m	1.00 m		23.30.20.00
J03	J03	1	2.10 m	1.00 m	-2 - SUBSOLO	23.30.20.00
J04	J04	7	2.10 m	1.50 m		23.30.20.00
J05	J05	2	2.10 m	0.70 m	1 - SOTAO	23.30.20.00
J06	J06	2	2.65 m	0.00 m	0 - TERREO	23.30.20.00
J07	J07	1	3.17 m	0.00 m	1 - SOTAO	23.30.20.00
JP01	JP01	1	2.10 m	0.00 m	-2 - SUBSOLO	23.30.20.00
JP02	JP02	2	2.10 m	0.00 m	0 - TERREO	23.30.20.00
JP03	JP03	1	2.65 m	0.00 m	0 - TERREO	23.30.20.00
Total: 20						

Figura 13 - Quantitativo das janelas

Em relação a visualização, a capacidade de gerar cortes, elevações, vistas e perspectivas 3D de quaisquer detalhes instantaneamente, análise energética da edificação, a possibilidade de realizar estudos de massa sem necessariamente utilizar componentes pré-determinados, e transformar estas massas em qualquer componente desejado, como paredes e telhados com formas não convencionais, a identificação dos componentes, espaços e cotas automaticamente, entre diversos outros.

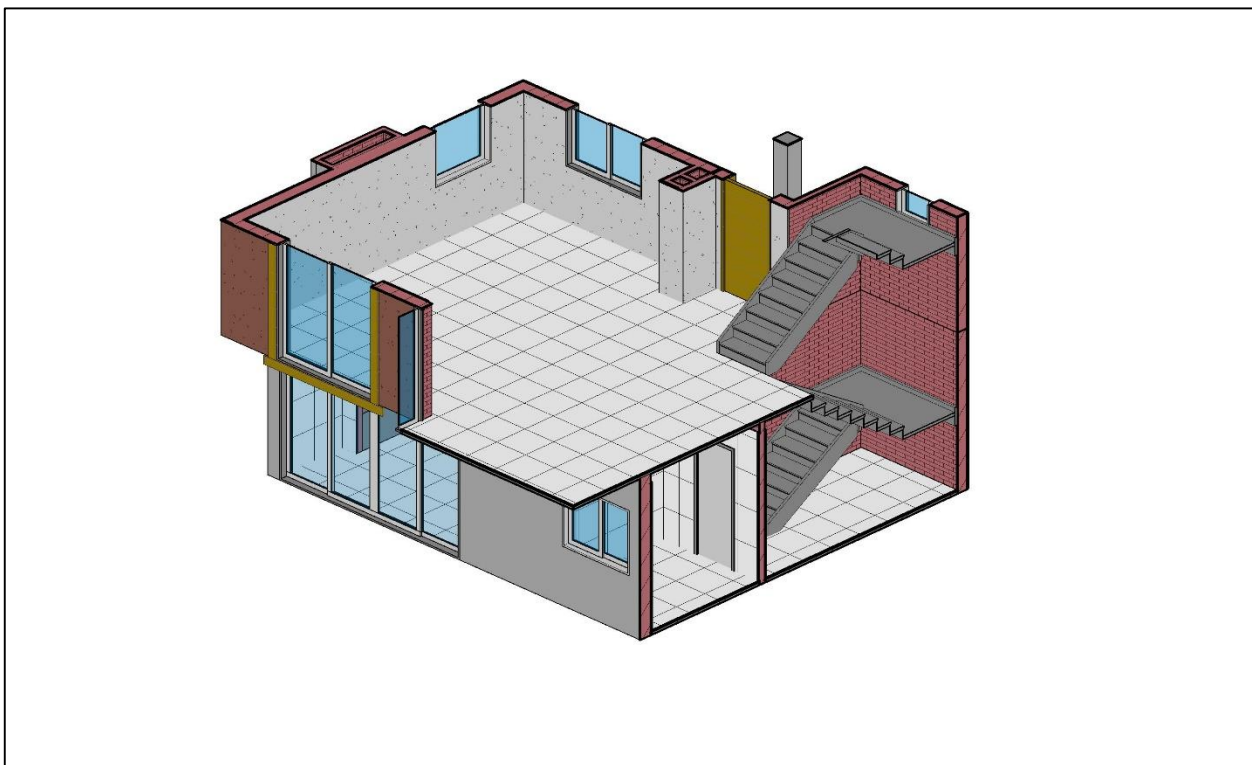


Figura 14 - Vista 3D com corte

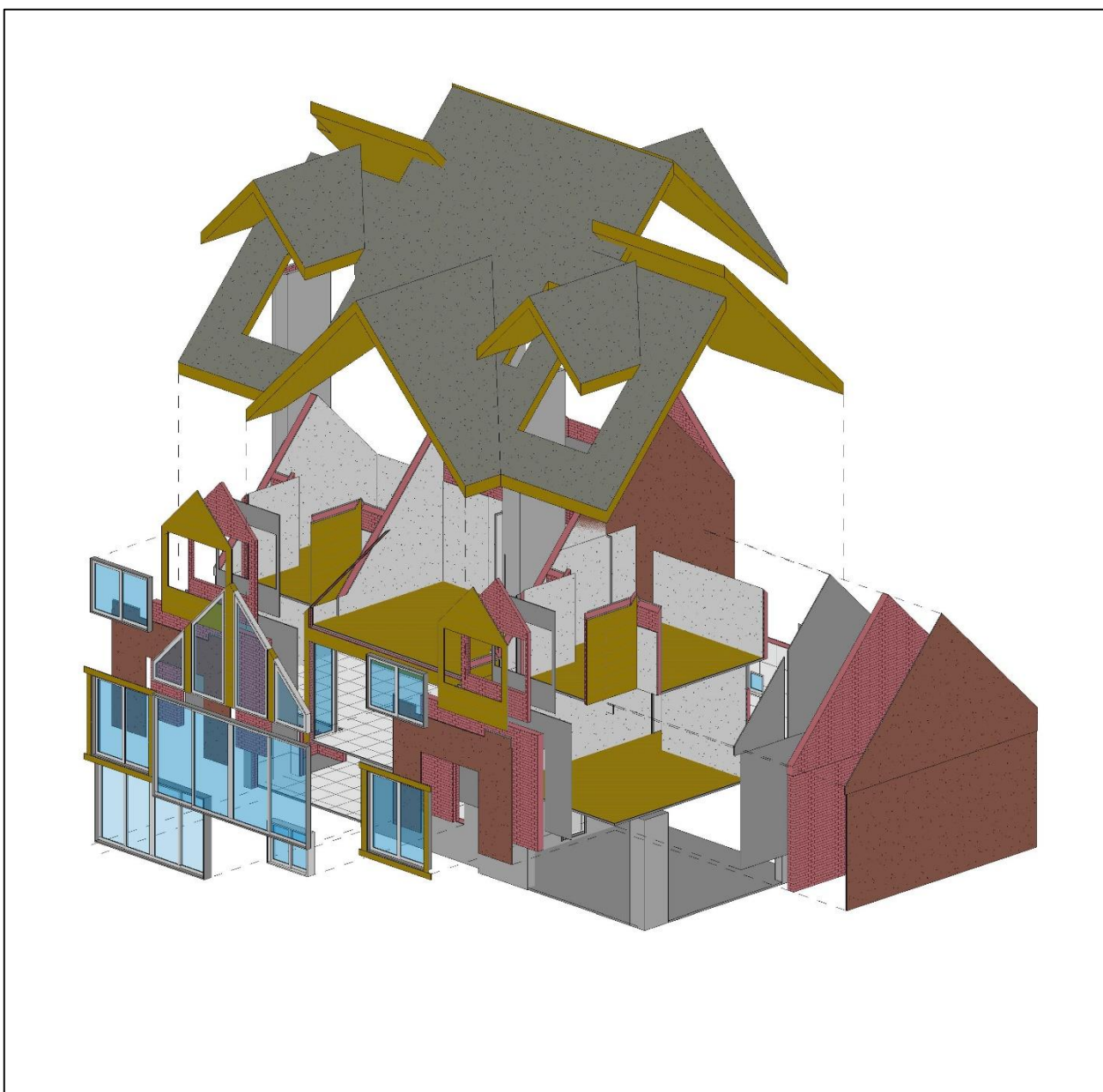


Figura 15 - 3D com elementos deslocados

Além disso, a possibilidade de instalar extensões, ou *add-ins*, confere ao Revit uma série de novas funcionalidades não nativas do software. Por exemplo, para a confecção do modelo hidrossanitário apresentado neste projeto foi utilizado o *add-in* MEP Hidráulica, da OFCDesk, que traz uma série de componentes de diversos fabricantes (Tigre, Docol,

Celite, Lorenzetti, Icasa, e diversos outros, adicionáveis) modelados parametricamente e prontos para serem utilizados no projeto.

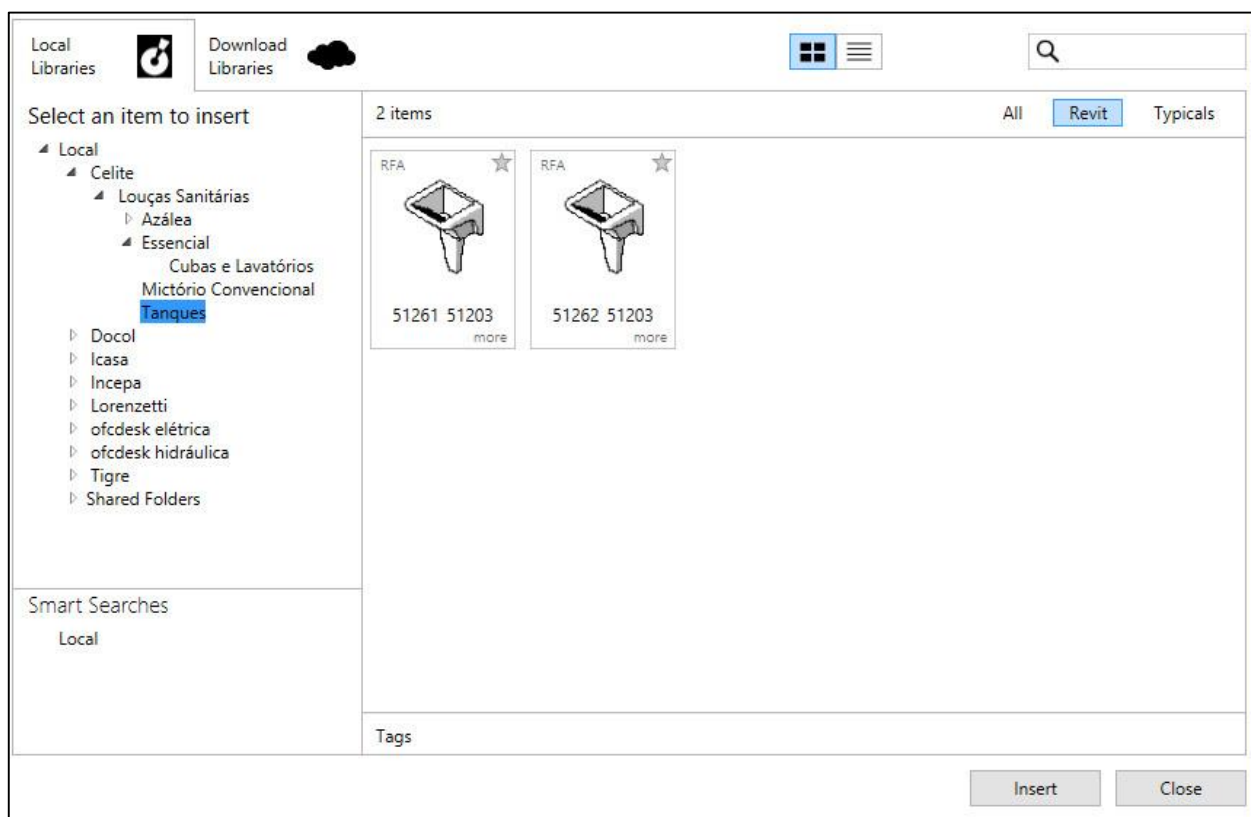


Figura 16 - Extensão OFCDesk MEP Hidráulica

As funcionalidades de trabalho em equipe merecem um capítulo à parte, mas como o objetivo deste trabalho não é a exploração da ferramenta, apenas destaco que profissionais em diferentes partes do mundo podem trabalhar em um mesmo modelo ao mesmo tempo, através da internet em conexão direta, utilizando os *worksets* definidos pelo BIM Manager. *Worksets* são conjuntos de divisões em que o modelo é separado, sejam disciplinas, níveis, grupo de itens ou partes do modelo em que cada profissional tem acesso de edição restrito, mas visualização completa, resultando em um modelo central.



Figura 17 - Paleta de colaboração do Revit

4.3.4. Planejamento

Após a transcrição completa do modelo foi determinado, juntamente com a equipe de construção, a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que determina todas as atividades a serem desenvolvidas em obra, define os tempos de trabalho e as relações entre elas para a confecção do Diagrama de Gantt, representando o planejamento de obra. É importante frisar que na prática o planejamento não é definitivo, passando por conferências e atualizações no decorrer da obra. Quanto melhor quantificado, projetado e organizado logisticamente o projeto é, mais acurado é o diagrama de planejamento e mais realistas são os prazos definidos.

Nesta simulação, o diagrama de Gantt foi criado utilizando a ferramenta Microsoft Project, e sua vinculação aos modelos 3D foi feita através do software Autodesk Navisworks. Este processo representa a integração da dimensão tempo no processo, ou seja, o 4D. A Estrutura Analítica de Projeto se encontra no ANEXO C.

No Navisworks, cada item da Estrutura Analítica de Projeto é vinculado aos seus respectivos componentes no modelo, conforme ilustrado na imagem a seguir.

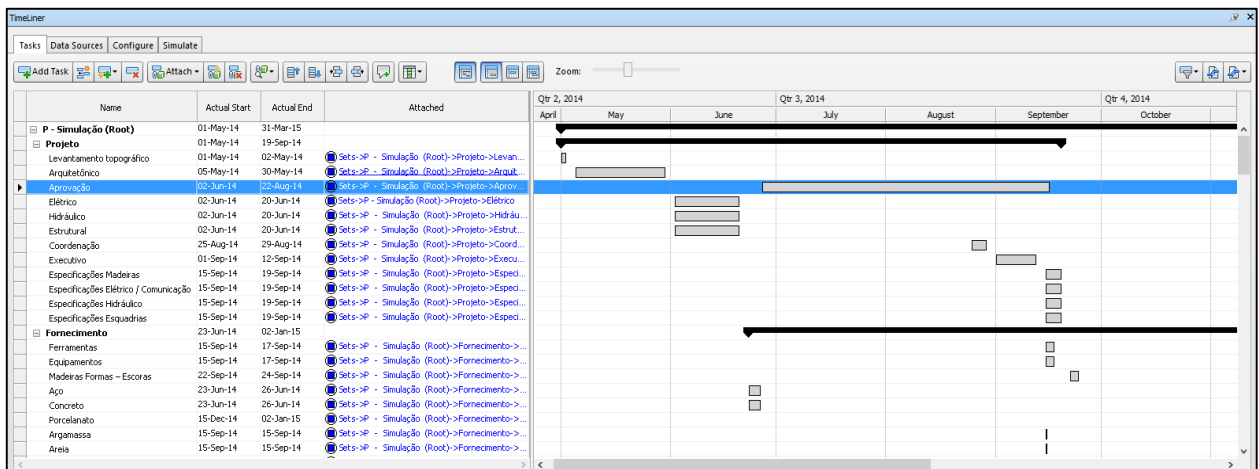


Figura 18 - Planejamento e Modelo 3D

Tanto os modelos, oriundos do Revit, quanto o planejamento, do Microsoft Project, estão vinculados aos arquivos de origem. Ou seja, qualquer modificação nos arquivos originais é sincronizada automaticamente no Navisworks.

A integração do Diagrama de Gantt ao modelo dá uma perspectiva mais realista ao planejamento, relacionando de fato o projeto com o cronograma de obra. Além disso, as funcionalidades de animação do Navisworks conferem uma simulação virtual da obra. A imagem a seguir ilustra esta simulação: no canto superior esquerdo estão listadas as atividades que estão sendo realizadas, e no modelo, em verde, os itens relacionados a estas atividades.

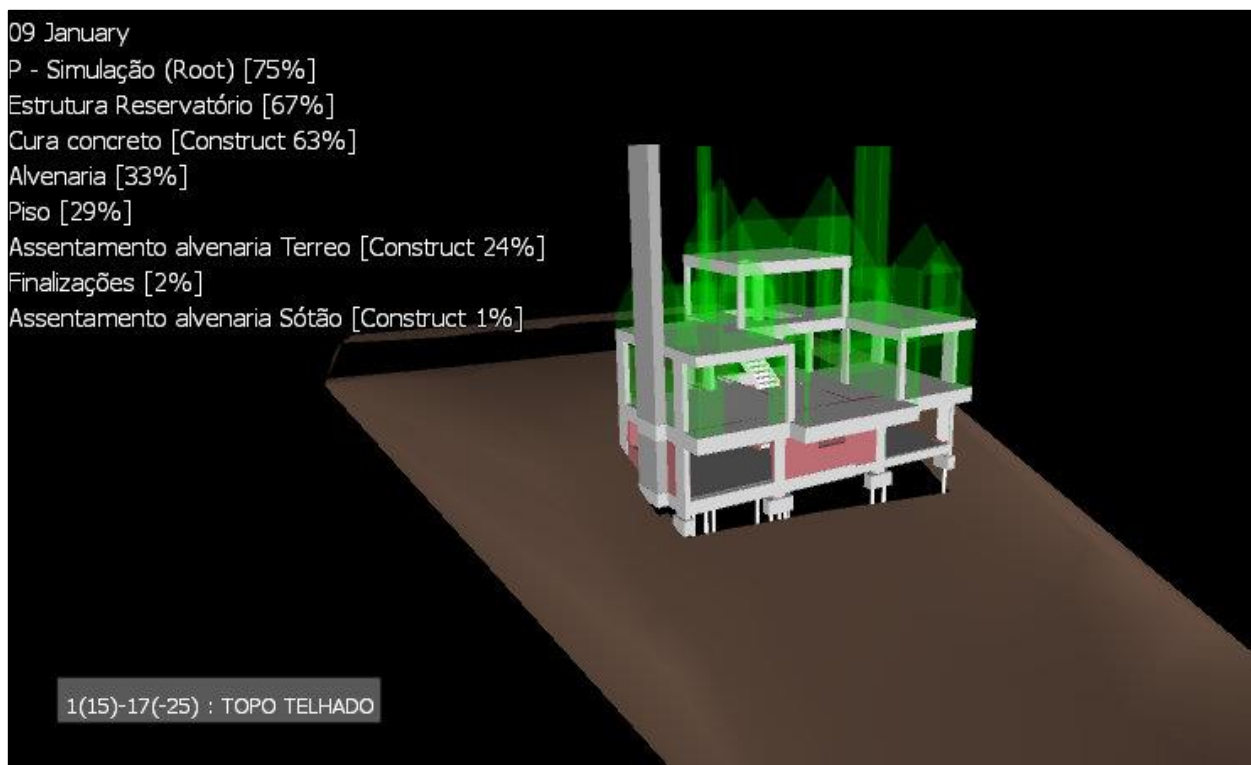


Figura 19 - Simulação virtual

4.3.5. Compatibilização

Dependendo do tamanho e da complexidade do projeto, a compatibilização das disciplinas é realizada por uma equipe especializada. Porém, em projetos menores, este processo é ignorado. No BIM, a modelagem independente de todas as disciplinas confere a capacidade da fusão destas em um modelo integrado dentro de softwares específicos (Navisworks, neste caso), que testa automaticamente as interferências entre cada uma das disciplinas e indica onde há colisões entre componentes. Esta lista de incompatibilidades é repassada aos projetistas responsáveis. Estes, instantaneamente atualizam os modelos que já podem ser testados novamente, em tempo real.

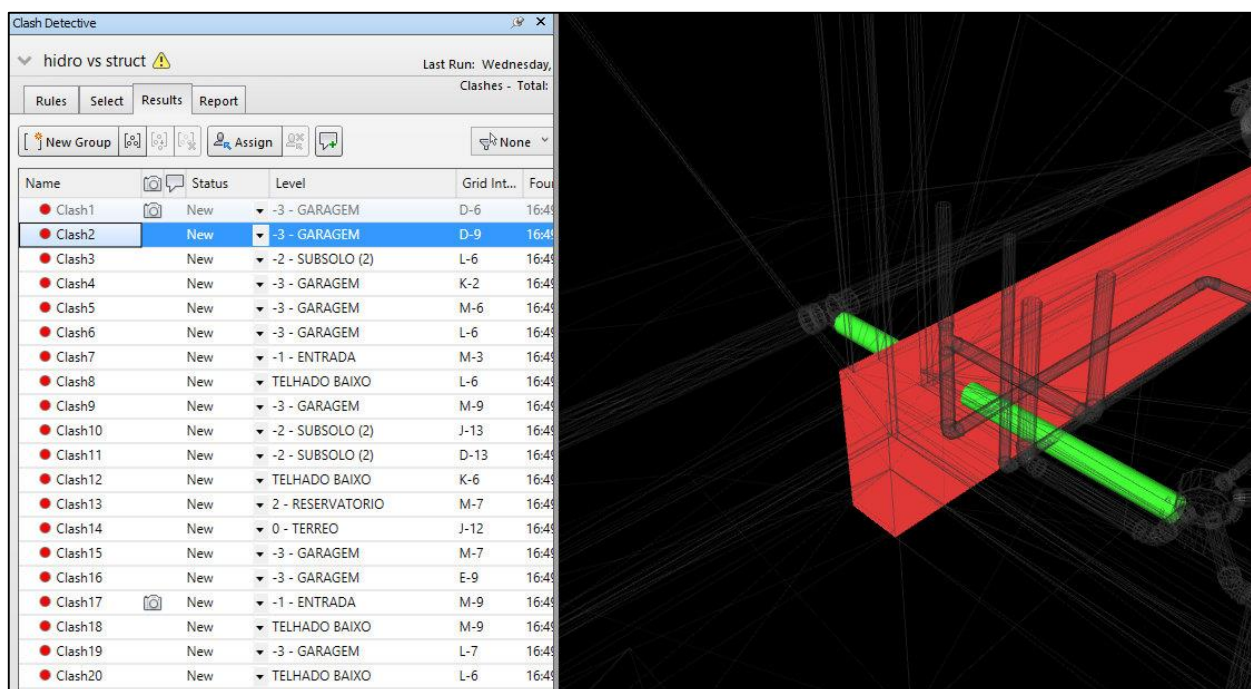


Figura 20 - Detector de interferências do Navisworks

Este processo de “*clash detection*” é realizado incrementalmente, durante a confecção dos modelos. Porém, com a utilização do Revit, a maioria destas incompatibilidades podem ser detectadas ainda durante o desenvolvimento do modelo, com a utilização dos links entre as disciplinas, conforme exposto anteriormente. Assim, o trabalho de compatibilização torna-se muito mais simples e objetivo, evitando retrabalho tanto por parte dos projetistas quanto na obra.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 2011 o autor realiza pesquisas, estudos e busca bibliografias, artigos, exemplos e informações a respeito do BIM e de todas suas implicações, tanto em relação ao processo quanto a sua adoção, viabilidade e resultados. Nos últimos 10 meses os estudos estiveram focados no desenvolvimento deste trabalho, o que, não diferentemente, abrange todos os aspectos de uma forma contínua e interdependente. Apesar disso, cada ponto tem potencial para ser aprofundado e se tornar um trabalho exclusivo.

Por ser uma metodologia bastante recente, informações e tecnologias evoluem com bastante frequência e verdades expostas há poucos anos já não são mais válidas ou práticas, principalmente devido a evolução dos softwares.

Estas mudanças se refletem especialmente na viabilidade de um processo utilizando a metodologia BIM na prática, pois até a alguns anos atrás as ferramentas disponíveis não ofereciam o nível de detalhe, de complexidade e integração que oferecem hoje, fazendo o BIM, até então, uma experiência incompleta.

Em relação a situação do BIM no Brasil, muito pouco se expõe a este respeito. No princípio, o volume de informações encontradas foi tão pequeno que a impressão era de que não haviam empresas utilizando BIM no Brasil, nem iniciativas públicas neste sentido. Hoje, principalmente através das entrevistas com profissionais e autoridades no assunto, sabe-se que há diversas empresas utilizando, de uma forma bastante completa mas ainda não ideal, o BIM, e que o setor público está atento a estas mudanças e necessidades, desenvolvendo projetos neste sentido.

Acredito que as empresas que utilizam BIM no Brasil de alguma forma tentaram mantê-lo em “segredo”, como diferenciação. Mas com o tempo estas empresas perceberão que é necessária uma ampla adoção para o estabelecimento de um mercado BIM, tanto na preparação de projetos, na execução das obras até para a demanda por parte dos clientes, prestação de serviço de terceiros e fornecedores. De uma forma ou de outra, em um projeto, há várias empresas envolvidas interdependentemente.

Algumas empresas da grande Florianópolis já buscam informações e parceiros para trabalhar com BIM, mas ainda há pouca oferta. As poucas empresas de projeto que estão investindo terão vantagem em breve, principalmente ao oferecer este serviço às construtoras, especialmente pela qualidade do projeto e organização do processo.

O processo de implementação baseado em educação, investimento e apoio de políticas públicas se mostrou funcional em todos os países que hoje gozam de bons resultados com o BIM. As informações coletadas mostram que estas iniciativas estão em fases iniciais no Brasil, principalmente em relação ao papel do setor público e o investimento do setor privado. O que falta, portanto, são os polos de educação superior do Brasil fomentarem e prepararem a próxima geração de engenheiros, arquitetos e técnicos e tecnólogos da construção a encarar o BIM como uma realidade.

A simulação demonstrou a facilidade de desenvolvimento e qualidade final de um modelo. Durante o desenvolvimento, uma série de imperfeições, incompatibilidades e incoerências foram encontradas, provando que, caso o projeto tivesse sido desenvolvido diretamente em BIM, em contraponto a transcrição do CAD, grande parte dos problemas encontrados seriam solucionados ou evitados.

6. BIBLIOGRAFIA

BIM Adoption Guide. Building and Construction Authority, Singapura. 2013

CALVERT, Neil; **Why we care about BIM.** disponível em <<http://www.spatialiq.co.nz/Blog/Post/30/Why-WE-care-about-BIM--->>. Acesso em Julho 2014.

Construction in Brazil – Key Trends and Opportunities to 2017; TIMetric Consulting

CROTTY, Ray; **The Impact of Building Information Modelling.** SPON Press. Nova Iorque, 2012.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook.** 2ª Edição. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

HARDIN, Brad; AIA, Leed Ap.. **BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows.** Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2009. 340 p.

KHEMLANI, Lachmi. **Around the World with BIM,** disponível em <<http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>> Acesso em Julho 2014.

KAMARDEEN, Imriyas. **8D BIM Modelling tool for accident prevention through design.** Faculty of Build Enviroment, University of New South Wales, Australia, 2010.

NASCIMENTO, Luiz A.; SANTOS, Eduardo T.; **A indústria da construção na era da informação**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, Março 2013.

OLIVEIRA, A.; GODENY, B.; MANZIONE, L.; **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)**, Secretaria de Estado do Planejamento – Santa Catarina, 2013.

PINHO, Sérgio Miguel Ferreira, **O MODELO IFC COMO AGENTE DE INTEROPERABILIDADE**. Tese de Mestrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2013.

RACE, Steve; **BIMDEMYSTIFIED**. Riba Publishing Ltd, London 2013. 159 p.

RESENDE, Carlos C. Riguetti. **Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento**. EP/UFRJ, 2013.

YEE, Peggy; MATTA, Charles; KAM, Calvin; HAGAN, Stephen; VALDIMARSSON, Oskar. **The GSA BIM Story**. Journal of Building Information Modeling, 2009.

ZEISS, Geoff. **Widespread adoption of BIM by national governments** disponível em <<http://geospatial.blogs.com/geospatial/2013/07/widespread-adoption-of-bim-by-national-governments.html>> Acesso em Julho 2014.

ANEXO A – Certificado de Participação em Conferência Internacional



We did it in the past
BIM Implementation is a small challenge
when compared to the ones faced in past

BIM INTERNATIONAL CONFERENCE 2014

October 2014 | Lisbon, Portugal

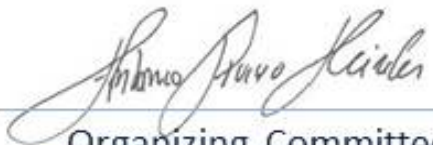
BIM Portugal
FORUM

CERTIFICATE

This is to certify that,

LUIS MASOTTI

Attended the **2nd BIM International Conference**, held in
Lisbon – Portugal, 9th and 10th of October 2014.



Organizing Committee
BIMForum Portugal Coordinator

ANEXO B – Questionário – Pesquisa Acadêmica

Pesquisa Acadêmica | TCC | BIM e Gerenciamento da Construção

Engenharia Civil – UFSC - Luis Felipe Cardoso Masotti – felipemasotti@live.com - (48) 9838-7274

*A ser respondido preferencialmente pela equipe de Direção | Gestão

1 - A empresa tem conhecimento de o que é BIM, e quais seus benefícios?

- ☐ Não ☐ Sim, porém não faz uso ☐ Sim, e faz uso

Caso "Sim, e faz uso":

1.1 – Qual a relação com este processo?

- ☐ Restrito e pontual, internamente (modelagem, projeto integrado, compatibilização, etc)
☐ Contrata empresa terceirizada de projeto e/ou planejamento
☐ Equipe especializada, em processo de implantação
☐ Pleno, em substituição ao CAD e aos métodos de gestão tradicionais

☐ Outro: _____

1.2 – O que levou a empresa a adotar BIM?

- ☐ Demanda de mercado
☐ Investimento natural em inovação
☐ Busca por redução de custos
☐ Sugestão de colaboradores/clientes

☐ Outro: _____

2 – Quais as áreas da construção civil que têm maior **potencial** de evolução?

- ☐ Projeto – coordenação, compatibilização e comunicação
☐ Gerenciamento de recursos (financeiros/materiais/humanos)
☐ Contratos e documentação
☐ Processo construtivo
☐ Mão de obra / produtividade

☐ Outro: _____

3 - Qual a participação das equipes construtivas, empresas de prestação de serviços terceirizados e fornecedores no desenvolvimento do projeto?

- ☐ Nenhum
☐ Algum, durante o andamento da obra (gerando alterações de projeto)
☐ Pleno, desde o início do projeto

☐ Outro: _____

4 – Qual a precisão dos quantitativos, orçamentos e planejamento na construção?

- ☐ Baixa, apenas referencial
☐ Média, como base de informação flexível
☐ Alta, prevendo com segurança os custos e prazos

☐ Outro: _____

5 – Dentre os benefícios que o BIM pode , quais os mais importantes para a empresa?

- ☐ Integração das equipes de projeto/execução, menos retrabalho
☐ Quantitativos e planejamento mais precisos
☐ Compatibilização de projetos
☐ Base de informação rica, melhor apresentação ao cliente, a equipe de obra e aos fornecedores

☐ Outro: _____

6 – Está ciente das políticas públicas de incentivo a adoção do BIM, como a realizada pela Secretaria de Planejamento de SC? Qual sua visão a respeito?

- ☐ Não tenho conhecimento
☐ Sim, mas não me parece ideal
☐ Sim, e é um passo importante

☐ Outro: _____

Respondido por: _____

Nome da empresa: _____ Contato: _____

ANEXO C – Estrutura Analítica de Projeto

ID	Atividade	Duração
1	Projeto	
2	Levantamento topográfico	2 dias
3	Arquitetônico	20 dias
4	Aprovação	60 dias
5	Elétrico	15 dias
6	Hidráulico	15 dias
7	Estrutural	15 dias
8	Coordenação	5 dias
9	Especificações Madeiras	5 dias
10	Especificações Elétrico / Comunicação	5 dias
11	Especificações Hidráulico	5 dias
12	Especificações Esquadrias	5 dias
13	Fornecimento	
14	Ferramentas	3 dias
15	Equipamentos	3 dias
16	Madeiras Formas – Escoras	3 dias
17	Aço	4 dias
18	Concreto	4 dias
19	Porcelanato	15 dias
20	Argamassa	1 dia
21	Areia	1 dia
22	Brita	1 dia
23	Alvenaria	4 dias
24	Mateiral elétrico	1 dia
25	Material hidráulico	1 dia
26	Material comunicação	1 dia
27	Material Impermeabilização	2 dias
28	Madeiramento telhado	5 dias
29	Telhas	20 dias
30	Portas	60 dias
31	Janelas	60 dias
32	Granitos	7 dias
33	Terreno	
34	Tapume	2 dias
35	Barraco de obra / banheiro	4 dias
36	Instalações de luz	1 dia
37	Instalações de água	1 dia
38	Escavação / aterro	3 dias
39	Gabarito	1 dia
40	Fundações	
41	Mobilização	1 dia
42	Cravação das estacas	1 dia
43	Escavação baldrame	1 dia
44	Formas baldrame	3 dias
45	Armadura baldrame	2 dias
46	Concretagem baldrame	1 dia

ID	Task Name	Duration
47	Cura concreto	15 dias
48	Desforma	2 dias
49	Estrutura Subsolo	
50	Formas pilares	3 dias
51	Armaduras pilares	3 dias
52	Escoramento	2 dias
53	Concretagem pilares	1 dia
54	Cura concreto	21 dias
55	Desforma pilares	1 dia
56	Estrutura Térreo	
57	Andaimes e segurança	1 dia
58	Formas vigas	3 dias
59	Formas pilares	2 dias
60	Vigotes laje	1 dia
61	Tabelas laje	1 dia
62	Shafts	1 dia
63	Armadura vigas	3 dias
64	Armadura pilares	2 dias
65	Armadura laje	1 dia
66	Escoramento	2 dias
67	Concretagem vigas	1 dia
68	Concretagem pilares	1 dia
69	Concretagem laje	1 dia
70	Cura concreto	30 dias
71	Desforma pilares	2 dias
72	Desforma vigas	2 dias
73	Retirada escora	1 dia
74	Estrutura Sótão	
75	Andaimes e segurança	2 dias
76	Formas vigas	3 dias
77	Formas pilares	2 dias
78	Vigotes laje	1 dia
79	Tabelas laje	1 dia
80	Shafts	1 dia
81	Armadura vigas	3 dias
82	Armadura pilares	2 dias
83	Armadura laje	1 dia
84	Escoramento	2 dias
85	Concretagem vigas	1 dia
86	Concretagem pilares	1 dia
87	Concretagem laje	1 dia
88	Cura concreto	21 dias
89	Desforma pilares	2 dias
90	Desforma vigas	2 dias
91	Retirada escoras	1 dia

92	Estrutura Reservatório				
93	Formas vigas	2 dias			
94	Vigotes laje	1 dia			
95	Tabelas laje	1 dia			
96	Shafts	1 dia			
97	Armadura vigas	2 dias			
98	Escoramento	1 dia			
99	Concretagem vigas	1 dia			
100	Concretagem laje	1 dia			
101	Cura concreto	21 dias			
102	Desforma vigas	2 dias			
103	Retirada escoras	1 dia			
104	Escada				
105	Formas escada	2 dias			
106	Armadura escada	1 dia			
107	Concretagem escada	1 dia			
108	Regularização	1 dia			
109	Piso escada	1 dia			
110	Alvenaria				
111	Marcação das paredes	1 dia			
112	Assentamento alvenaria Subsolo	5 dias			
113	Assentamento alvenaria Terreo	7 dias			
114	Assentamento alvenaria Sótão	5 dias			
115	Impermeabilização áreas molhadas	2 dias			
116	Revestimento externo	15 dias			
117	Revestimento interno Subsolo	4 dias			
118	Revestimento interno Terreo	7 dias			
119	Revestimento interno Sótão	3 dias			
120	Assentamento porcelanato – Paredes	4 dias			
121	Telhado				
122	Estrutura de madeira	30 dias			
123	Isolamento térmico	3 dias			
124	Impermeabilização	2 dias			
125	Colocação Telhas	5 dias			
126	Forro telhado	7 dias			
127	Esquadrias				
128	Instalação contra-marcos	2 dias			
129	Regularização alvenaria	3 dias			
130	Instalação portas	2 dias			
131	Instalação janelas	3 dias			
132	Finalização esquadrias	2 dias			
133	Piso				
134	Colocação contrapiso – Subsolo	2 dias			
135	Colocação contrapiso – Terreo	2 dias			
136	Colocação contrapiso – Sótão	1 dia			
137	Impermeabilização áreas molhadas	2 dias			
138	Assentamento porcelanato – Piso	5 dias			
139	Piso vinílico	2 dias			
140	Piso garagem	1 dia			
141	Rodapés	2 dias			
142	Instalações Hidráulicas				
143	Quebra paredes tubulação	3 dias			
144	Colocação tubulação	3 dias			
145	Fixação tubulação	1 dia			
146	Regularização alvenaria	1 dia			
147	Instalação saídas de água	3 dias			
148	Instalação louças	3 dias			
149	Instalação caixa d'água	2 dias			
150	Instalação aquecedor	1 dia			
151	Ligação hidráulica	1 dia			
152	Testes hidráulica	1 dia			
153	Instalações Elétricas / Comunicação				
154	Quebra paredes eletroduto	3 dias			
155	Colocação eletrodutos	3 dias			
156	Regularização alvenaria	1 dia			
157	Instalação quadros	2 dias			
158	Passagem fios – circuitos	3 dias			
159	Passagem fios – comunicação	2 dias			
160	Instalação acessórios elétricos	2 dias			
161	Instalação acessórios comunicação	2 dias			
162	Testes luz	1 dia			
163	Testes elétricos	1 dia			
164	Testes comunicação	1 dia			
165	Terreno				
166	Desmonte barraco	2 dias			
167	Limpeza terreno	2 dias			
168	Regularização	2 dias			
169	Calçada	7 dias			
170	Rampa garagem	2 dias			
171	Retirada tapume	2 dias			
172	Jardinagem	5 dias			
173	Finalizações				
174	Instalação granito janelas / soleiras	2 dias			
175	Finalização escada	2 dias			
176	Finalização telhado	2 dias			
177	Finalização esquadrias	2 dias			
178	Finalização pisos	2 dias			
179	Limpeza interna	2 dias			